

PROJEKT TECHNICZNY

Nazwa zadania:	
	Modernizacja zasilania w energię elektryczną z przebudową Głównej Stacji Zasilania oraz wymianą dwóch transformatorów w Świętokrzyskim Centrum Onkologii w Kielcach
Obiekt:	
	Przebudowa sieci kablowej średniego i niskiego napięcia 15kV i 0,4kV wraz z przebudową stacji transformatorowych SN/nN 15/0,4kV.
Nr ewidencyjne działek:	
	394,38, 931/14, obr. 0015 jedn. ewid. 266101_1
Inwestor:	
	Świętokrzyskie Centrum Onkologii w Kielcach ul. Artwińskiego 3, 25-734 Kielce
Kategoria obiektu budowlanego:	XXVI
Data opracowania:	
	Styczeń 2024
Kategoria obiektu	XXVI
Branża	Elektryczna
Ilość egzemplarzy	4

Projektował: **mgr inż. Mateusz Sagan**
upr. SWK/0263/PBE/17

KOSSEL Sp. z o.o.
ul. Batalionów Chłopskich 71
25-671 Kielce
tel. +48(41)335 00 63
e-mail: kossel@kossel.pl

Biuro:
ul. Batalionów Chłopskich 71
25-671 Kielce
NIP 959-195-49-99
Regon: 260218536

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA

1. DANE, CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	4
2. ISTNIEJĄCY STAN ZAGOSPODAROWANIA	5
2.1. Istniejący stan zagospodarowania terenu inwestycji	5
2.2. Główna Stacja Zasilająca	5
2.3. Sieci kablowe SN 15kV	6
2.4. Stacja transformatorowa S2	6
2.5. Stacja transformatorowa S1	7
2.6. Stacja transformatorowa S5	7
3. PROJEKTOWANY STAN ZAGOSPODAROWANIA - OPIS TECHNICZNY	8
3.1. Główna Stacja Zasilająca	8
3.2. Sieci kablowe SN 15kV	13
3.3. Stacja transformatorowa S2	15
3.4. Stacja transformatorowa S1	18
3.5. Stacja transformatorowa S5	19
3.6. Ochrona przeciwporażeniowa	20
3.7. Ochrona środowiska	21
3.8. Geotechniczne warunki posadowienia obiektu	21
3.9. Technologia układania kabli	21
3.10. Normy	21
4. OBLICZENIA TECHNICZNE	23
4.1. Rezystancja uziemienia sieci SN	23
4.2. Rezystancja uziemienia roboczego stacji transformatorowej	24
4.3. Dobór przekładników prądowych SN 15kV	25
4.4. Dobór przekładników napięciowych SN 15kV	28
4.5. Dobór bezpieczników SN w GSZ	29
4.6. Dobór mostów szynowych w stacji S2	31
4.7. Dobór mostów szynowych w stacji S1	32
5. INFORMACJE DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA	33
6. UWAGI KOŃCOWE	36
7. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
8. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW	37
9. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW Z DEMONTAŻU	39
10. RYSUNKI I SCHEMATY	
10.1. Rysunek 0– Orientacja	
10.2. Rysunek 1 – Inwentaryzacja	
10.3. Rysunek 2 – Plan sytuacyjny	

- 10.4. Rysunek 3 – Budynek GSZ – schemat rozdzielnic SN 15kV
- 10.5. Rysunek 4 – Budynek GSZ – widok wnętrza rozdzielnic SN 15kV
- 10.6. Rysunek 5 – Budynek GSZ – widok zewnętrzny rozdzielnic SN 15kV
- 10.7. Rysunek 6 – Budynek GSZ – połączenie z monitoringiem BMS
- 10.8. Rysunek 7 – Budynek GSZ – układ pomiarowy
- 10.9. Rysunek 8 – Budynek GSZ – rzut pomieszczenia z kanałem kablowym
- 10.10. Rysunek 9 – Budynek GSZ – TPW
- 10.11. Rysunek 10 – Stacja transformatorowa S2 – schemat elektryczny
- 10.12. Rysunek 11 – Stacja transformatorowa S2 – TPW
- 10.13. Rysunek 12 – Stacja transformatorowa S2 – wymiana drzwi wraz z montażem wentylacji
- 10.14. Rysunek 13 – Stacja transformatorowa S1 – schemat elektryczny
- 10.15. Rysunek 14 – Stacja transformatorowa S5 – schemat elektryczny

1. DANE, CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Podstawa prawna:

Podstawę prawną opracowania stanowi umowa zawarta pomiędzy Świętokrzyskim Centrum Onkologii w Kielcach, a Kossel Sp. z o.o.

Podstawa techniczna:

- Opis przedmiotu zamówienia,
- Uzgodnienia z jednostkami uzgadniającymi,
- Inwentaryzacja linii nN i SN sporządzona przez projektanta w terenie,
- Wytyczne do budowy systemów elektroenergetycznych w PGE Dystrybucja S.A.,
- Obowiązujące normy, przepisy oraz opracowania typowe,
- Istniejący Plan zagospodarowania w skali 1:500.
- Art. 29 ust. 4 pkt. 2 lit. d Ustawy Prawo Budowlane
- Art. 29 ust. 2 pkt. 17 Ustawy Prawo Budowlane

Przedmiot inwestycji:

Przedmiotem inwestycji jest:

- przebudowa Głównej Stacji Zasilania tj. „GSZ” poprzez wymianę dwóch sekcji rozdzielni średniego napięcia 15kV oraz wprowadzeniu do nich kabli suchych;
- przebudowa sieci kablowych średniego 15kV i niskiego napięcia 0,4kV relacji „GZS” – st. transf. „S2” poprzez zastąpienie ich nowymi sieciami po śladzie istniejących;
- przebudowa stacji transf. „S2” poprzez wymianę dwóch transformatorów 800kVA na 1250kVA wraz ze wzmocnieniem mostu szynowego oraz wymianą wyłączników;
- przebudowa stacji transf. „S1” poprzez wymianę dwóch transformatorów 630kVA na 800kVA wraz z wymianą wyłączników oraz montażem systemu zapewniającego automatyczne przełączenie źródła zasilania;
- przebudowa stacji transf. „S5” poprzez montaż systemu zapewniającego automatyczne przełączenie źródła zasilania;

Zakres prac:

- Wymiana rozdzielnic średniego napięcia 15kV w GSZ – **2kpl.**
- **Przebudowa sieci kablowych SN 15kV poprzez mufowanie z kablami suchymi – 6szt.**
- Przebudowa sieci kablowej SN 15kV (relacji GZS – S2) – **Lt = 196mb**
- Przebudowa sieci kablowej SN 15kV (relacji GZS – S2) – **Lt = 205mb**
- Przebudowa sieci kablowej nn 0,4kV (relacji GZS – S2) – **Lt = 202mb**
- Budowa kanalizacji światłowodowej (relacji GZS – S2) – **Lt = 202mb**
- Demontaż oraz montaż transformatorów w stacji S2 – **2szt**
- Wzmocnienie mostów szynowych w stacji S2 – **1kpl.**

- Demontaż oraz montaż wyłączników w stacji S2 – **2szt**
- Demontaż oraz montaż transformatorów w stacji S1 – **2szt**
- Demontaż oraz montaż wyłączników w stacji S1 – **2szt**
- Montaż systemu zapewniającego automatyczne przełączenie źródła zasilania w stacji S1 – **1kpl.**
- Montaż systemu zapewniającego automatyczne przełączenie źródła zasilania w stacji S5 – **1kpl.**
- Odświeżenie pomieszczeń GSZ, komór transformatorowych w stacjach S1 i S2.

2. ISTNIEJĄCY STAN ZAGOSPODAROWANIA

2.1. Istniejący stan zagospodarowania terenu inwestycji

Inwestycja jest projektowana na terenie Świętokrzyskiego Centrum Onkologii w Kielcach. Na terenie inwestycji znajduje się istniejąca infrastruktura podziemna w postaci sieci niskich i średnich napięć, stacji transformatorowych, wodociągów, sieci kanalizacyjnych, sieci teletechnicznych, sieci gazowych. Na terenie inwestycji znajduje się parking naziemny, odbywa się spory ruch samochodowy oraz pieszy.

2.2. Główna Stacja Zasilająca

Budynek „699 G.S.Z.” jest budynkiem murowanym wolnostojącym z podzielonymi pomieszczeniami tj. część należąca do RE Kielce oraz część należąca do ŚCO. Stacja zasilona jest w energię elektryczną dwoma niezależnymi sieciami kablowymi 15kV typu 3xYHAKXs 1x120mm² bezpośrednio z budynku GPZtu Karczówka- Sekcja I Pole nr 11 oraz Sekcja II Pole nr 29. Dwie niezależne linie kablowe SN 15kV wyprowadzone z dwóch niezależnych pól w GPZcie zapewniają bezprzerwowy układ zasilania w energię elektryczną obiektu szpitalnego. Kable zasilające stanowią własność PGE Dystrybucji S.A.. W istniejącej Głównej Stacji Zasilającej (części rozdzielczej) znajdują się dwie sekcje rozdzielnic średniego napięcia o pojedynczym układzie szyn zbiorczych. Rozdzielnice zasilane są mostem szynowym z rozdzielniczy znajdującej się w części należącej do RE Kielce nr „699 G.S.Z.”. Rozgraniczenie majątku stron znajduje się na izolatorach wsporczych SP4E(20) zamontowanych w części rozdzielczej. Aparatura pomiarowa zamontowana jest na ścianie w części rozdzielczej budynku. Układ pomiarowy wyposażony jest w przekładniki prądowe typu TPU 60.13 100/5/5A z osłonami zacisków pierwotnych oraz przekładniki napięciowe typu UMZ-24. W tablicy pomiarowej zamontowane zostały liczniki elektroniczne wysokiej precyzji typu ZMD 402CT44.0459+ CU-B4 oraz listwy kontrolno-pomiarowe WAGo nr 847-436. Pomiarowe obwody prądowe wykonane zostały kablem YKSY 7x2,5mm², natomiast obwody napięciowe kablem YKY 5x1,5mm². Do tablicy pomiarowej wykonany został obwód napięcia gwarantowanego 230VAC z tablicy potrzeb własnych TPW zlokalizowanej na ścianie w budynku GSZ przeznaczone do zasilania rezerwowego liczników.

2.3. Sieci kablowe SN 15kV

Z budynku GZS wyprowadzone zostały po dwa kable SN 15kV w układzie promieniowym zasilające cztery czynne stacje transformatorowe tj. S1, S2, S4 oraz S5 oraz po jednym kablu SN 15kV w układzie pierścieniowym zasilające dwie czynne stacje transformatorowe tj. S3 i S6. W stacjach zamontowane są po dwa transformatory.

Wykaz kabli wyprowadzonych z GSZ:

- SEKCJA 1
 - Pole 1 – 3x YHAKXs 1x120mm² – zasilane do stacji transf. S6 – P. nr 3
 - Pole 2 - 3x YHAKXs 1x120mm² – zasilane do stacji transf. S5 – TR1
 - Pole 3 – HAKnFtA 3x120mm² – zasilane do stacji transf. S2 – TR1
 - Pole 4 - HAKnFtA 3x120mm² – zasilane do stacji transf. S1 – TR1
 - Pole 5 – 3x YHAKXs 1x120mm² – zasilane do stacji transf. S4 – TR1
- SEKCJA 2
 - Pole 15 – 3x YHAKXs 1x120mm² – zasilane do stacji transf. S5 – TR2
 - Pole 16 - HAKnFtA 3x120mm² – zasilane do stacji transf. S2 – TR2
 - Pole 17 – HAKnFtA 3x120mm² – zasilane do stacji transf. S1 – TR2
 - Pole 18 - HAKnFtA 3x120mm² – zasilane do stacji transf. S4 – TR2
 - Pole 19 – 3x YHAKXs 1x120mm² – zasilane do stacji transf. S3 – P. nr 5

2.4. Stacja transformatorowa S2

W stacji transformatorowej S2 zabudowane są dwa transformatory suche o mocy znamionowej 800kVA. Mosty szynowe wykonane z aluminium po stronie średniego napięcia typu AP 40x5 natomiast po stronie niskiego napięcia typu AP 60x10. Rozdzielnie niskiego napięcia wykonane z typowych wolnostojących celek typu ZUR-78 produkcji Elektromontaż. Rozdzielnica posiada trzy sekcje wyposażone w wyłączniki główne GE Energy 1250A MPACT- Plus. Sekcja III wykonana jest jako rezerwowana – zasila odbiorców kat. II. W stacji zabudowy jest – jak wynika z informacji uzyskanych od inwestora – sprawny system automatycznego przełączania źródła zasilania – SZR. Dla wyprowadzenia kabli przewidziano kanały kablowe pod i za rozdzielnicami. W stacji zabudowana jest rozdzielnica potrzeb własnych wykonana w obudowie metalowej zasilająca łącznie trzy obwody oświetleniowe i gniazdkowe zabezpieczone bezpiecznikiem 10A. Rozdzielnica zasilona jest z pola nr 1 sekcji I (nierzerwowanego) - kablem YDY 4x6mm² oraz z pola nr 6 sekcji III (rezerwowanego) – kablem YDY 4x6mm². Z rozdzielnicy TPW wyprowadzony jest kabel YAKY 4x25mm² w kierunku tablicy TPW zabudowanej w budynku GSZ.

2.5. Stacja transformatorowa S1

W stacji transformatorowej S1 zabudowane są dwa transformatory olejowe o mocy znamionowej 630kVA. Mosty szynowe wykonane z aluminium po stronie średniego napięcia typu AP 40x5 natomiast po stronie niskiego napięcia typu AP 80x10. Rozdzielnie niskiego napięcia wykonane z typowych wolnostojących celek typu ZUR-78 produkcji Elektromontaż. Rozdzielnica posiada trzy sekcje wyposażone w wyłączniki główne APU-30C 1000A. Sekcja I wykonana jest jako rezerwowana – zasila odbiorców kat. II. W stacji brak zabudowanego systemu automatycznego przełączania źródła zasilania – SZR. Dla wyprowadzenia kabli przewidziano kanały kablowe pod i za rozdzielnicami.

2.6. Stacja transformatorowa S5

W stacji transformatorowej S5 zabudowane są dwa transformatory suche o mocy znamionowej 1000kVA. Mosty szynowe wykonane z aluminium po stronie średniego napięcia typu AP 40x5 natomiast po stronie niskiego napięcia typu AP 100x10. Rozdzielnie niskiego napięcia wykonane z typowych wolnostojących celek typu ZUR-Ł-92 produkcji Elektromontaż. Rozdzielnica posiada trzy sekcje. Sekcje I i II wykonane jako niezrezerwowane wyposażone są w wyłączniki główne APU-50AW 1600A oraz łącznik sekcyjny APU-50AW 1600A. Sekcja III wykonana jest jako rezerwowana – zasila odbiorców kat. II – wyposażona jest w dwa wyłączniki typu APU-30C/WA 630A oraz przełącznik PZK 3X1250A. W stacji zabudowy jest – jak wynika z informacji uzyskanych od inwestora – niesprawny system automatycznego przełączania źródła zasilania – SZR. Dla wyprowadzenia kabli przewidziano kanały kablowe pod i za rozdzielnicami.

3. PROJEKTOWANY STAN ZAGOSPODAROWANIA - OPIS TECHNICZNY

3.1. Główna Stacja Zasilająca

W Głównej stacji Zasilającej projektuje się wymianę istniejących rozdzielnic średniego napięcia 15kV SEKCJA I oraz SEKCJA II na nowe 10-cio polowe modułowe, w obudowach metalowych wyposażone w aparaty łączeniowe w hermetycznym zbiorniku ze stali nierdzewnej w izolacji gazowej SF6.

Pod rozdzielnicami należy zbudować podest metalowy o długości 7,5m w celu zasłonięcia istniejących kanałów kablowych.

Dane charakterystyczne rozdzielnic:

Wykonanie i badania: zgodnie z normą PN-EN 62271-200;

Instalacja: wewnątrzowa

Konstrukcja: modułowa, obudowa metalowa, aparatura łączeniowa w hermetycznym zbiorniku ze stali nierdzewnej

Rodzaj izolacji: -przedział szyn zbiorczych i przedział przyłączeniowy w izolacji powietrznej;
- aparatura łączeniowa w izolacji gazowej SF6

Klasa przegrody: PM (przegrody metalowe)

Kategoria utraty ciągłości pracy: LSC2

Stopień ochrony obudowy: IP4X

Napięcie izolacji: 24kV

Prąd ciągły (szyn zbiorczych): 630A

Prąd krótkotrwały wytrzymywany

obwodów głównych I_k : 20kA (1s)

Klasyfikacja IAC: AFLR

Odporność na działanie łuku

wewnętrzny I_a : 16kA (1s)

Rozdzielnica SN w osłonie metalowej, wykonanej z blachy cynkowanej - zapewniającej ekwipotencjalizację, z pojedynczym systemem szyn zbiorczych. Rozdzielnica posiadająca przedziały: szyn zbiorczych; przedział przyłączeniowy. Przedziały odseparowane przegrodami metalowymi (klasyfikacja przegrody PM) co pozwala na bezpieczne otwarcie drzwi jednego z pól gdy tor główny lub inne pola rozdzielnicy znajdują się pod napięciem. Stopień ochrony rozdzielnicy IP4X zapewnia wysoką niezawodność i bezpieczeństwo eksploatacji. Obudowa urządzeń średniego napięcia powinna posiadać stopień ochrony przed uderzeniami mechanicznymi IK10.

Rozdzielnica powinna posiadać łatwy dostęp do głównej szyny uziemiającej. Główna szyna uziemiająca powinna być zlokalizowana w dolnej frontowej części rozdzielnicy.

Odstępy międzyfazowe przyłączy szynowych oraz głównego toru szyn zbiorczych wykonane bez stałej, ciągłej izolacji pomiędzy fazami zwiększą odporność układu izolacyjnego rozdzielnicy na zanieczyszczenia i wilgoć oraz ograniczą zjawiska prądów pęłzających.

Każde pole rozdzielnic powinny być wyposażone wskaźniki obecności napięcia pozwalające upewnić się o braku obecności napięcia na kablach zasilających zanim operator postanowi zamknąć uziemnik. System sygnalizacji obecności napięcia zgodny z normą IEC 61243-5 i systemem LRM.

Pola liniowe, transformatorowe – rozłącznikowe rozdzielnic SN.

Pole liniowe, transformatorowe, rozłącznikowe powinno być wyposażone w trójpozycyjny rozłącznik w izolacji SF₆, umieszczony w hermetycznym zbiorniku ze stali nierdzewnej, zapewniającym szczelność przez cały okres eksploatacji. Każdy zbiornik wyposażony w zawór bezpieczeństwa umieszczony jest w tylnej części.

Pola transformatorowe z bezpiecznikami powinny być wyposażone w trójpołożeniowy rozłącznik z uziemnikiem z napędem ręcznym bezpośrednim, sprężynowo-zasobnikowym, realizującym funkcje: zamknięty, otwarty, uziemiony, zapewniający obustronne uziemienie wkładek bezpiecznikowych oraz współpracujący z wyzwalaczem sprężynowym wybijaka wkładki bezpiecznikowej.

Trójpozycyjny rozłącznik wyposażony w układ gaszenia łuku elektrycznego, co w połączeniu z bardzo szybkim mechanizmem zapewniającym migowe zamykanie rozłącznika, gwarantuje pewne i szybkie rozłączenie obwodu. Budowa rozłącznika wraz ze zintegrowanym uziemnikiem pełni funkcję trój-położeniowego rozłączniko-uziemnika (załączony/otwarty/uziemiony). Rozłącznik posiadający prosty i niezawodny napęd sprężynowy z odseparowanym gniazdem uziemnika i rozłącznika. Maskownica napędu opisana w sposób intuicyjny dla operatora. Oddzielne gniazda uziemnika i rozłącznika oznaczone symbolami nazewnictwa technicznego rozumiane w środowisku technicznym. Status załączony i otwarty sygnalizowany jest odpowiednimi kolorami symbolizującymi ciągłość lub przerwę w obwodzie. Wykorzystanie dwóch kolorów: czarnego dla obwodów głównych, czerwonego dla obwodu uziemienia.

Na maskownicy napędu, każdy z łączników (rozłącznik, uziemnik) powinien posiadać osobny wskaźnik aktualnego stanu położenia łączników. Nie dopuszcza się jednego wspólnego wskaźnika sygnalizującego pracę rozłącznika i uziemnika.

Z uwagi na warunki pracy i przeznaczenie obiektu, rozłącznik powinien posiadać klasę mechaniczną M2 (5000 cykli).

Pole rozdzielnic wyposażone w system blokad mechanicznych między rozłącznikiem, a uziemnikiem oraz między uziemnikiem a drzwiami zapobiegający błędnym czynnościom łączeniowym.

W polu pomiarowych obu sekcji należy zabudować przekładniki prądowe wyposażone w potrójny rdzeń 150/5/5/5A 10VA i kl. 0,2s (dla pierwszego rdzenia) i napięciowe wyposażone w potrójny rdzeń o napięciu pierwotnym $15/\sqrt{3}$ kV, napięciu wtórnym $0,1/\sqrt{3}/0,1/\sqrt{3}/0,1/3$, kl. 0,2, mocy znamionowej 5VA (dla pierwszego rdzenia) – zgodnie z doбором przedstawionym w dalszej części opracowania. Połączenie rozdzielnic wykonać szyną aluminiową AP 40x5 za izolatorami wsporczymi zamontowanymi na ścianie rozdzielni i połączyć z wyprowadzeniem szyn z rozdzielni – wyprowadzenia powinny być wyposażone w przekładki AL/Cu. Pola transformatorowe należy wyposażyć we wkładki bezpiecznikowe zgodnie z doбором przedstawionym w dalszej części opracowania. Wykonawca powinien pozostawić inwestorowi komplet rezerwowych wkładek bezpiecznikowych. Istniejący układ pomiarowy znajdujący się na ścianie rozdzielnic należy połączyć z projektowanymi przekładnikami nowym przewodem tj. obwody prądowe – YKSY 7x2,5mm²

natomiast obwody napięciowe YKY 5x1,5mm² w nowym orurowaniu $\Phi 28$. W tablicy pomiarowej należy wymienić moduł komunikacyjny CU-PLP 51 na CU-PLP-91 – zgodnie z rys. nr 7. Do tablicy pomiarowej doprowadzone jest napięcie gwarantowane 230VAC z tablicy potrzeb własnych zabudowanej po drugiej stronie budynku GSZ. Pozostałe istniejące elementy układu pomiarowego spełniają wymagania PGE Dystrybucji S.A. i należy pozostawić je bez zmian.

Bezprzewodowy pomiar temperatury

W celu zwiększenia bezpieczeństwa i niezawodności działania układu zasilającego na przyłączach kablowych rozdzielnic SN, będącym najbardziej newralgicznym punktem rozdzielnic, zaprojektowano bezprzewodowe czujniki temperatury. Czujniki w sposób ciągły monitorują temperaturę oraz alarmują o zagrożeniu awarii na bardzo wczesnym etapie. Czujniki temperatury znajdujące się w strefie napięcia niebezpiecznego powinny być autonomiczne (bez dodatkowego źródła zasilania). Czujniki powinny wysyłać informacje bezprzewodowo do jednostki nadzorczej (koncentratora). Jednostka nadzorcza powinna komunikować się z lokalnym serownikiem telemechaniki za pomocą łącza komunikacyjnego RS485 lub RJ45, korzystając z protokołu Modbus TCP/IP. Wprowadzenie sygnałów do systemu BMS szpitala (protokół MODBUS TCP/IP) w celu monitorowania stanu zasilania (m.in. monitorowanie stanu, napięć, prądów, parametrów zasilania) oraz wizualizacji i zdalnej kontroli w systemie BMS szpitala.

Każda sekcja powinna być wyposażona w analizator parametrów sieci służący do pomiaru, rejestracji oraz analizy różnych parametrów sieci elektrycznej. W rozdzielnic należy zastosować analizatory parametrów sieci o klasie pomiarowej 0,2 oraz zgodnymi z metodami pomiaru energii IEC 61557-12 PMD oraz jakości zasilania IEC 61000-4-30, Class S. Dzięki temu będzie możliwa analiza jakości energii dostarczanej do rozdzielnic oraz uzyskanie dokładnych informacji nt. zakłóceń z sieci mogących mieć wpływ na zasilane urządzenia. Urządzenie ma posiadać port komunikacyjny umożliwiający przesłanie informacji do systemu monitoringu i zarządzania obiektem.

<i>Wymagania dla analizatora parametrów sieci</i>	<i>Wymagane</i>
Dokładność pomiaru wg IEC 62053-22 / NASI C12.20	Klasa 0,2S/ 0,2
Dokładność pomiaru prądu i napięcia wg IEC 61557-12	Klasa 0,2
Dokładność pomiaru mocy czynnej wg IEC 61557-12	Klasa 0,2
Dokładność pomiaru współczynnika napięcia wg IEC 61557-12	Klasa 0,5
Dokładność pomiaru częstotliwości wg IEC 61557-12	Klasa 0,2
Dokładność pomiaru energii czynnej wg IEC62053-22/ IEC61557-12	Klasa 0,2S/0,2
Dokładność pomiaru energii biernej wg IEC 62053-24	Klasa 0,5S
Spełnia normy jakości energii IEC 62586, PQI-SI	Tak
Zgodny z metodami pomiaru energii IEC 61557-12 PMD oraz jakości zasilania IEC 61000-4-30, Class S	tak
Spełnia wymagania norm EN55011 i EN55022	Tak
Napięcie pomiarowe od 57VLN/100VLL do 400VLN/690VLL	Tak
Liczba próbek pomiarowych na okres	256

Pomiar wartości skutecznych chwilowych RMS: prąd; napięcie; częstotliwość; moce: czynna, bierna, pozorna - całkowita i na fazę; współczynnik mocy – całkowity i na fazę	Tak
Pomiar energii czynnej, biernej i pozornej	Tak
Pomiar wartości średnich: prąd, moc czynna, bierna i pozorna	Tak
Analiza harmonicznych: zawartość THD dla prądu i napięcia, pomiar pojedynczych harmonicznych oraz odchyłeń prąd/ napięcie do 63 harmonicznej	Tak
Zapis danych	Tak
Pojemność pamięci	512 MB
Komunikacja	Modbus TCP/IP oraz Modbus RTU
Temperatura pracy	Od -25 do 70°C
Kolorowy wyświetlacz LCD 320x320 pikseli	Tak
Obsługa stempli czasowych dla alarmów, zdarzeń, statusów we/wy z dokładnością do 1milisekundy,	Tak
Zegar czasu rzeczywistego zsynchronizowany z IRIG-B, NTP lub GPS za pośrednictwemRS485	Tak
Zegar czasu rzeczywistego posiada baterię zapewniającą co najmniej 5 lat pracy podczas eksploatacji analizatora	Tak

W każdym polu sekcji I oraz sekcji II należy zabudować sygnalizator zwarć w sieciach kablowych SN z funkcją kierunkową i zdalną komunikacją posiadający łącze komunikacyjne RS-485 kompatybilny z zastosowanym analizatorem parametrów sieci. Wystąpienie zwarcia doziemnego lub międzyfazowego w jednym z odcinków wywoła alarm generowany przez sygnalizatory umieszczone pomiędzy miejscem zwarcia, a zasilaniem (GSZ). Sygnalizator jest samodzielnym urządzeniem, instalowanym w rozdzielniach SN lub stacjach SN/nN zasilanych siecią kablową, służącym do szybkiej lokalizacji uszkodzonego odcinka tej sieci metodą progową lub kierunkową. Obie metody pozwalają na selektywne wykrywanie zwarć doziemnych w normalnych i awaryjnych układach pracy sieci. Urządzenie skraca czas lokalizacji uszkodzonego odcinka sieci, zmniejszając straty wynikające z niedostarczenia energii.

Cechy charakterystyczne (minimalne):

Wykrywanie przepływu prądu zwarcia: doziemnego poprzez pojedynczy lub podwójny pomiar prądu zerowego, międzyfazowego poprzez pomiar prądów fazowych.

Napięcie znamionowe pracy od 6 do 36KV pracujących z punktem neutralnym: izolowanym, kompensowanym cewką Petersena niezależnie od zainstalowanej lub nie automatyki AWSC, uziemionym przez rezystor.

W przypadku pracy w sieci kompensowanej z zastosowaniem automatyki AWSC urządzenie umożliwi sygnalizację zwarć z wykorzystaniem funkcji kierunkowej (spodziewane ΔI w zadanym czasie ΔT).

Przekładniki prądu montowane na kablach: pojedynczych (każda żyła ekranowana oddzielnie), tradycyjnych (jeden wspólny ekran trzech żył).

Współpraca z komparatorami prądu fazowego posiadającymi wyjścia światłowodowe.

Wykonywanie pomiaru prądu zerowego w oparciu o:

pojedynczy przekładnik Ferrantiego (sumowanie magnetyczne) obejmujący trzy żyły jednocześnie o średnicy magnetowodu 150mm,

trzy przekładniki pracujące w układzie Holmgreena (sumowanie elektryczne) obejmujące każdą żyłę oddzielnie o średnicy magnetowodu 100mm.

Umożliwiać prostą adaptację do pracy w dowolnym punkcie sieci poprzez możliwość zaprogramowania w nieulotnej pamięci nastaw z dużą rozdzielczością, lokalnie przy pomocy klawiatury i wyświetlacza LCD lub zdalnie przy pomocy łącza RS-485 (poprzez przesłanie sygnałów do jednostki nadzorczej).

Przy pracy z funkcją kierunkową powinien zapamiętywać wartości prądu zerowego zmierzone podczas analizy stanu zwarcia umożliwiając ich odczyt lokalny przy pomocy wyświetlacza LCD lub zdalny przy pomocy łącza RS-485 (poprzez przesłanie sygnałów do jednostki nadzorczej).

Powinien mieć możliwość pokazania na wyświetlaczu LCD ilość zarejestrowanych zwarć doziemnych trwałych, doziemnych przejściowych oraz ilość zarejestrowanych zwarć międzyfazowych. Wartości te mogą być odczytywane zdalnie przy pomocy łącza RS-485 (poprzez przesłanie sygnałów do jednostki nadzorczej).

Możliwość zasilania napięciem zewnętrznym 230VAC, 24VDC lub gwarantowanym napięciem 24VDC. Podtrzymanie pracy urządzenia zapewniane powinno być przez baterię litową lub akumulator NiCd.

Przy akumulatorowym podtrzymaniu pracy czas czuwania w przypadku braku napięcia podstawowego 230VAC lub 24VDC powinna wynosić minimum 5 godzin, a przy baterijnym około 7 lat.

Powinien podtrzymywać pracę łącza RS-485 przez 1 minutę po zaniku napięcia podstawowego 230VAC lub 24VDC.

Umożliwiać wewnętrzną i zewnętrzną sygnalizację świetlną osobno dla zwarcia międzyfazowego i doziemnego.

Powinien być wyposażony jest w dwukolorowy (czerwono-zielony), wandaloodporny, zewnętrzny sygnalizator świetlny LED o dobrej widoczności (demontaż możliwy jedynie od wnętrza stacji/złącza).

Powinien współpracować z układami telemechaniki poprzez: separowany galwanicznie styk zwierny sygnalizujący wystąpienie zwarcia doziemnego lub międzyfazowego, separowane galwanicznie wejście zdalnego kasowania alarmu napięciem stałym 24V, separowane galwanicznie, dwuprzewodowe łącze RS-485.

Tablica potrzeb własnych i monitorowanie stanu sieci

W budynku GSZtu należy wymienić istniejącą tablicę potrzeb własnych na nową – zgodnie z rys. nr 9. Z tablicy należy wyprowadzić dwa niezależne 1-fazowe zasilania 230VAC do RPW SN sekcji I oraz RPW SN sekcji II wykonanych w rozdzielnicach SN celem zasilania zamontowanych na nakładkach na rozdzielnicze elementów monitorowania oraz kontroli stanu sieci (analizatorów, bramek, koncentratorów, konwerterów). Dostawca rozdzielniczy wykona odpowiednie zasilacze 24V (bądź 12V) oraz odpowiednią obudowę umieszczoną na rozdzielnicach dla powyższych urządzeń.

Kanal kablowy

W istniejącym kanale kablowym należy zabudować 3 drabinki kablowe 400mm montowane na wspornikach poziomych jeden pod drugim. Drabinki ze względu pojawiającą się wilgoć należy wykonać w ocynku zanurzeniowo- ogniowym zgodnie z normą PN-EN ISO 1461. Grubość blachy powinna wynosić min. 1,5mm. Kable na drabinkach układać zgodnie z rysunkiem nr 8.

Pozostałe prace

Budynek GSZtu należy wyposażyć w nowy sprzęt elektroizolacyjny BHP zgodny z przepisami tj. chodniki, buty, rękawice, drażki, uzgadniacze faz, wskaźniki optyczno akustyczne, chwytaki manewrowe, uziemiacze, znaki bezpieczeństwa i instrukcje bhp, apteczkę itp.

Wykonawca powinien dokonać uzupełnienia ubytków w ścianach odpowiednią zaprawą oraz pomalować ściany oraz sufit pomieszczenia GZStu oraz drzwi wejściowe. Wszystkie materiały powinny być dopuszczone do stosowania w urządzeniach rozdzielnych średnich napięć 15kV.

Schematy i oznaczenia trwale nanieść na drzwi/obudowy rozdzielnic.

Wykonawca przygotowuje instrukcję eksploatacji, zestawienie sprzętu BHP, zestawienie zapasowych wkładek topikowych oraz umieści ją w dokumentacji powykonawczej i w samym GSZ.

Wykonawca przygotowuje skróconą instrukcję obsługi rozdzielnic SN – obsługa rozłączników/uziemników/itd. wraz opisem podstawowych parametrów itp..

3.2.Sieci kablowe SN 15kV

W związku z wymianą rozdzielnic sekcyjnych w budynku GSZtu należy wszystkie istniejące kable olejowe (sekcja I pole 5 (4), sekcja II pole 6 (17), sekcja II pole 7 (18)), zmufować za pomocą muf przejściowych z kablami suchymi typu 3x XRUHAKXs 1x120/50mm² poza budynkiem – zgodne z planem sytuacyjnym. Pozostałe kable suche (sekcja I pole 4 (5), pole 7 (2), pole 8 (1) oraz sekcja II pole 4 (15), pole 8 (19)) należy zweryfikować na etapie wykonawstwa w zakresie pozostawionych zapasów kablowych. Numery pól w nawiasach dotyczą istniejącej numeracji na obiekcie. W przypadku wystarczającej długości kabli suchych nie należy mufować. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się zmianę kolejności wprowadzania kabli na konkretne pola po wcześniejszym uzgodnieniu z inwestorem. Projektowane kable wprowadzić do rozdzielnic za pomocą projektowanych głowic kablowych (w przypadku kabli o wystarczającej długości należy wykorzystać istniejące głowice kablowe).

Istniejące kable średniego napięcia 15kV typu HAKnFtA 3x120mm² wyprowadzone z istniejących rozdzielnic z Sekcji I pole nr 3 oraz Sekcji II pole nr 16 w kierunku istniejącej stacji transformatorowej S2 ze względu na zły stan techniczny należy unieczynnić. Projektuje się przebudowę powyższych kabli polegającą na ich całościowej wymianie na kable suche typu 3x XRUHAKXs 1x120/50mm². Z Sekcji I z pola nr 6 (3) należy wyprowadzić kable typu 3x XRUHAKXs 1x120/50mm² w kierunku stacji S2 i transformatora TR1 długości $L_t=196+30=226\text{mb}$, $L_k= 678\text{mb}$. Z Sekcji II z pola nr 5 (16) należy wyprowadzić kable typu 3x XRUHAKXs 1x120/50mm² w kierunku stacji S2 i transformatora TR2 długości $L_t=205+30=235\text{mb}$, $L_k= 705\text{mb}$. Kable w miejscach pokazanych na planie sytuacyjny układać w rurach ochronnych. Rury uszczelnić za pomocą kształtek termokurczliwych. Na trasie kabli średnich napięć należy zabudować betonowe oznaczniki informujące o istnieniu kabli, dotyczy terenów zielonych – oznaczniki zabudować co 5m oraz na załomach trasy kablowej.

Wyprowadzenia kabli z Sekcji I:

- pole nr 4 – stacja transf. S4 – TR1
- pole nr 5 – stacja transf. S1 – TR1
- pole nr 6 – stacja transf. S2 – TR1
- pole nr 7 – stacja transf. S5 – TR1
- pole nr 8 – stacja transf. S6 – P. nr 3

Wyprowadzenia kabli z Sekcji II:

- pole nr 4 – stacja transf. S5 – TR2
- pole nr 5 – stacja transf. S2 – TR2
- pole nr 6 – stacja transf. S1 – TR2
- pole nr 7 – stacja transf. S4 – TR2
- pole nr 8 – stacja transf. S3 – P. nr 5

Razem z kablami średniego napięcia należy ułożyć kanalizację teletechniczną wykonaną jako pierwotna z rur RHDPE $\Phi 110$ oraz wtórna z rur 2x RHDPE 25x2,0. Na załomach należy zabudować studnie kablowe SK-1. W jedną kanalizację wtórną należy wprowadzić światłowód 12 włóknowy, druga kanalizacja wtórna pozostanie jako rezerwowa. Kabel światłowodowy należy wprowadzić poprzez rozdzielnicę stacji S2 oraz istniejące szachty energetyczne do szafy LPD04 zlokalizowanej na 1 piętrze budynku L w pomieszczeniu nr 103. W powyższe szafie należy zabudować konwerter światłowód – Ethernet – zgodnie z rys. nr 6. Całość spiąć z istniejącym systemem monitoringu BMS.

Dodatkowo w jednym wykopie na kablami średniego napięcia oraz kanalizacją teletechniczną należy ułożyć kabel niskiego napięcia typu YKY 5x10mm² w całości w rurze ochronnej RHDPE 40x3,7 relacji TPW S2 – TPW GSZ.

3.3. Stacja transformatorowa S2

W istniejącej stacji transformatorowej S2 zlokalizowanej w budynku L należy wymienić istniejące jednostki transformatorowe 800kVA (suche żywiczne) na mocniejsze 1250kVA (suche żywiczne). Ze względu na newralgiczną lokalizację stacji wykonawca powinien zabudować możliwie cichą jednostkę transformatorową o mocy akustycznej ≤ 67 dB. Transformatory należy zabudować w komorach na podkładkach antywibracyjnych. Projektowane kable SN 15kV z budynku GSZtu wprowadzić bezpośrednio na wymieniane transformatory poprzez głowice kablowe. Należy zweryfikować istniejącą wartość uziemiania w stacji transformatorowej, która powinna być nie większa niż $2,78\Omega$ - w przypadku braku wymaganej rezystancji uziom należy rozbudować. W związku ze zwiększeniem mocy transformatorów, zgodnie z wytycznymi inwestora, istniejące mosty szynowe typu AP60x10 należy wzmocnić poprzez dołożenie do każdej fazy drugi płaskownik AP60x10. Możliwości mostu szynowego dzięki powyższej rozbudowie zwiększą się do 1390A. W celu wykorzystania pełnej mocy transformatorów zalecana jest wymiana mostu szynowego na miedziany A60x10 – dwa płaskowniki na fazę. Inwestor posiada plany inwestycyjne kompleksowej przebudowy stacji S2, w której zostanie uwzględniona wymiana całościowa mostów szynowych. Połączenia transformatorów ze wzmacnianymi mostami szynowymi należy wykonać przewodami giętkimi typu 4x(4xNSGAFOU 1x240mm²) – przewody dobrane do maksymalnej mocy zastosowanych transformatorów.

W sekcjach rozdzielczych niskiego napięcia należy wymienić wyłączniki główne GE Energy 1250A MPACT-PLUS na nowe tj. w sekcji I w polu nr 1 oraz sekcji III w polu nr 14 należy zabudować nowe wyłączniki 3p/S 2000A natomiast w sekcji III w polu nr 10 wyłącznik sprzęgłowy 3p/S 2000A. Zastosowane wyłączniki powinny mieć możliwość regulacji prądu wyłączalnego w zakresie od 0,4-1,0xI_n co 1A. W związku z ograniczoną możliwością wzmacnianych mostów szynowych na wyłącznikach należy ustawić prąd wyłączalny (dławiący) na poziomie 1390A. W stacji zamontowany jest, zgodnie z informacjami uzyskanymi od inwestora, sprawny system automatycznego przełączania źródła zasilania SZR. Wykonawca po przeprowadzeniu powyższych zmian w rozdzielniach powinien całość połączyć z istn. systemem SZR. W sekcji I i III należy na szynach przed wyłącznikami głównymi zabudować analizatory stanu sieci – podobne do montowanych w rozdzielniach w budynku GSZ. Sygnały z analizatorów należy za pomocą sieci LAN poprzez istniejący szacht energetyczny wprowadzić do szafy LPD04 zlokalizowanej na 1 piętrze budynku L w pomieszczeniu nr 103. Całość spiąć z istniejącym systemem monitoringu BMS.

Aparaty zasilające

W przypadku aparatów zasilających, sprzęgłowych oraz sekcyjnych należy stosować wyłączniki powietrzne w wykonaniu stacjonarnym. Wyłączniki główne należy wyposażyć w zabezpieczenia elektroniczne z regulacją czasu i prądu zadziałania zarówno wyzwalacza przeciążeniowego jak i zwarciovego. Nastawa prądu przeciążeniowego musi mieć zakres regulacji $0,4 \div 1 \times I_N$. Zabezpieczenia wyłączników głównych mogą realizować również funkcje pomiarowe (pomiar podstawowych wielkości elektrycznych: prąd, napięcie, energię) oraz diagnostyczne (stany, alarmy, zdarzenia, licznik łączy i wyzwoleń, informacje o wyzwoleniach, zużycie styków głównych, zdalny odczyt nastaw) z tego powodu muszą być wyposażone w port komunikacyjny Modbus umożliwiający przesyłanie danych do systemu monitoringu i zarządzania obiektem. Zabezpieczenie elektroniczne wyłączników głównych powinno wykorzystywać technologię bezprzewodową (Bluetooth i NFC), która pozwala na uzyskanie większości istotnych informacji na temat stanu i parametrów wyłącznika – również po utracie zasilania pomocniczego rozdzielnic. Wszystkie aparaty główne należy wyposażyć w napędy silnikowe oraz styki pomocnicze niezbędne do realizacji automatyki SZR oraz zrzutów mocy.

Możliwości regulacyjne nastaw oraz pomiar parametrów elektrycznych, realizowane przez wyłączniki powietrzne wyposażone w zaawansowane zabezpieczenia elektroniczne:

- Funkcje zabezpieczeniowe:
 - nastawa I_r regulowana w zakresie $0,4 \div 1 \times I_n$ (krok 1A) wraz z regulowanym czasem t_r ,
 - nastawa I_{sd} regulowana w zakresie $1,5 \div 10 \times I_r$ (krok $0,5 \times I_r$) wraz z regulowanym czasem t_{sd} ,
 - nastawa I_i regulowana w zakresie $2 \div 15 \times I_n$ (krok $0,5 \times I_n$) zabezpieczenia.
- Funkcję pomiarowe – mierzone parametry:
 - prądy fazowe,
 - prąd uśredniony,
 - największa wartość prądu dla danej fazy,
 - napięcia fazowe,
 - napięcia międzyfazowe,
 - napięcia fazowe uśrednione,

- napięcia międzyfazowe uśrednione,
- całkowita moc czynna (klasa 1), bierna i pozorna,
- pomiar energii czynnej (klasa 1), biernej oraz pozornej,
- całkowity współczynnik mocy,
- THDU, THDI.

Monitoring parametrów sieci

Monitoring parametrów elektrycznych na zasilaniu oraz na odpływach rozdzielnic głównej odbywać się będzie poprzez zastosowanie analizatorów parametrów sieci.

Urządzenia pomiarowe montowane będą na drzwiach rozdzielnic lub na specjalnych płytach montażowych (czołowych) umieszczonych wewnątrz obudowy (montowane na ramie uchylnej).

W przypadku konieczności zastosowania filtrów aktywnych należy przewidzieć dodatkowe miejsce w rozdzielnic na zainstalowanie wyłączników. Ich prądy znamionowe należy określić po wykonaniu pomiarów i dobraniu zasilanych urządzeń.

Dla rozdzielnic przewidziano sterownik obiektowy oparty o sterownik przemysłowy PLC. Sterownik obiektowy ma za zadanie realizować funkcje: automatyki SZR, strażnika mocy, monitoringu urządzeń w rozdzielnic, komunikacji z systemem monitoringu i zarządzania obiektem.

Tablica TPW

W stacji S2 należy wymienić istniejącą tablicę TPW na nową zgodnie z rys. nr 11. W rozdzielnic zabudować system automatycznego przełączania źródła zasilania 40A. Istniejące kable zasilające tablicę TPW należy wymienić na nowe połączenia kablami YKY 4x10mm² – z sekcji I pole na 1 oraz sekcji III pola nr 6. Z tablicy należy wyprowadzić kabel YKY 5x10mm² w kierunku budynku GSZ w celu zasilania tamtejszej tablicy potrzeb własnych. Dodatkowo z tablicy należy wyprowadzić dwa niezależne zasilania przewodami typu YDYżo 3x1,5mm² w celu zasilania wentylatorów zamontowanych na drzwiach komór transformatorowych T1 i T2. W tablicy zabudować prosty analizator parametrów sieci pozwalający na pomiar prądów i napięć. Analizator powinien być wyposażony w łącze RS485. Sygnał z łącza doprowadzić do analizatora parametrów sieci zabudowanego w sekcji I lub III – dalej do systemu BMS.

Wymiana drzwi

W stacji transformatorowej S2 należy wymienić drzwi wejściowe do pomieszczenia rozdzielczego oraz komór transformatorowych T1 i T2. Do pomieszczenia rozdzielczego należy zabudować drzwi o wymiarach 1250x2500mm oraz grubości min. 100mm, natomiast do komór transformatorowych T1 i T2 należy zabudować drzwi o wymiarach 1550x2500mm oraz grubości min 100mm. Drzwi powinny być w miarę możliwości produkcyjnych wyciszone ze względu na newralgiczną lokalizację stacji. Na drzwiach komór transformatorowych należy zabudować po dwa wentylatory – nawiewny i wyciągowy. Wentylatory należy zasilić z tablicy TPW. Zastosowane materiały powinny posiadać stosowne atesty dopuszczające je do montażu w stacjach transformatorowych. Prace wykonać zgodnie z rys. nr 12.

3.4. Stacja transformatorowa S1

W istniejącej stacji transformatorowej S1 należy istniejące jednostki transformatorowe 630kVA (olejowe) należy zdemontować i przekazać inwestorowi. W miejsce zdemontowanych transformatorów należy zabudować jednostki suche żywiczne o mocy 800kVA (zdemontowane z S1), które należy połączyć z istniejącymi kablami za pomocą istniejących mostów AP40x5 – w przypadku innego rozstawu i problemów z odpowiednim wygięciem płaskowników należy je wymienić. Istniejące mosty szynowe po stronie wtórnej transformatorów AP80x10, zgodnie z wytycznymi inwestora, należy pozostawić bez mian. Możliwość istniejącego mostu szynowego określa się na 983A. W celu wykorzystania pełnej mocy transformatorów zalecana jest wymiana mostu szynowego na miedziany A80x10 – jeden płaskownik na fazę. Połączenie strony wtórnej transformatora oraz istniejącego mostu szynowego należy wykonać poprzez odpowiednie wygięcie płaskowników a w przypadku braku takiej możliwości należy dołożyć do każdej fazy wymagany odcinek płaskownika AP 80x10 i połączyć z istniejącym poprzez przykręcenie.

W sekcjach rozdzielczych niskiego napięcia należy wymienić wyłączniki główne typu APU-30C 1000A na nowe tj. w sekcji II w polu nr 4 oraz sekcji III w polu nr 8 należy zabudować wyłącznik 3p/S 1250A natomiast w sekcji III w polu nr 9 wyłącznik sprzęgłowy 3p/S 1250A. Zastosowane wyłączniki powinny mieć możliwość regulacji prądu wyłączalnego w zakresie od 0,4-1,0xIn co 1A. W związku z ograniczoną możliwością istniejących mostów szynowych na wyłącznikach należy ustawić prąd wyłączalny (dławiający) na poziomie 983A. W stacji brak zamontowanego systemu automatycznego przełączania źródła zasilania SZR. Powyższy system należy zabudować – metodyka działania systemu została przedstawiona poniżej. Wykonawca po przeprowadzeniu powyższych zmian w rozdzielniach powinien całość połączyć z projektowanym systemem SZR. W sekcji II i III należy na szynach przed wyłącznikami głównymi zabudować analizatory stanu sieci – podobne do montowanych w

rozdzielniach w budynku GSZ. Sygnały z analizatorów należy za pomocą sieci LAN wprowadzić do szafy LPD09 zlokalizowanej w budynku Pralni. Całość spiąć z istniejącym systemem monitoringu BMS.

SZR w S1

Praca normalna

Sekcja II (niezrezerwowana) zasilana z transformatora T1.

Sekcja III (niezrezerwowana) zasilana z transformatora T2.

Sekcja I (rezerwowana) zasilana z transformatora T1 lub T2 w zależności od wyboru zasilania podstawowego.

Łącznik sekcyjny w polu nr 9 otwarty.

Praca awaryjna – jeden transformator wyłączony

Praca rozdzielni odbywa się na jednym transformatorze T1 lub T2 i ewentualnie zespole prądotwórczym.

Sekcja I (rezerwowana) zasilana z **Sekcji II** lub zespołu prądotwórczego.

Sekcja II (niezrezerwowana) zasilana z transformatora T1 lub T2.

Sekcja III (niezrezerwowana) zasilana z transformatora T2 lub T2.

Łącznik sekcyjny w polu nr 9 zamknięty.

Praca awaryjna – dwa transformatory wyłączone

Sekcja I (rezerwowana) zasilana z zespołu prądotwórczego .

Sekcja II (niezrezerwowana) wyłączona.

Sekcja III (niezrezerwowana) wyłączona.

Zasilane są tylko odb. kat. II.

Automatyka i blokady

Ze względu na zasilanie transformatorów T1 i T2 z dwóch niezależnych sekcji w GSZ praca równoległa transformatorów jest niedopuszczalna. W związku z powyższym między wyłącznikami w polach nr 4 (sekcja II) i 8 (sekcja III) i wyłącznikiem sprzęgłowym w polu nr 9 (sekcja III) należy zabudować blokadę elektromagnetyczną uniemożliwiającą omyłkowe załączenie dwóch transformatorów na wspólne szyny. Położenie łączników powinno być sygnalizowane na rozdzielni w polu nr 9.

W polu nr 3 Sekcji I (rezerwowanej) zabudować automatykę SZR-u przełączającą zasilanie Sekcji I (rezerwowanej) z transformatorem T1, na zespół prądotwórczy przy zaniku napięcia na Sekcji II. Położenie łączników powinno być sygnalizowane na rozdzielni w polu nr 3.

3.5. Stacja transformatorowa S5

W istniejącej stacji transformatorowej S5 zamontowane są dwa transformatory suche żywiczne o mocy 1000kVA oraz mosty szynowe od strony wtórnej typu AP100x10 – powyższe należy pozostawić bez zmian. W sekcjach rozdzielczych niskiego napięcia należy wymienić wyłączniki główne typu APU-50A 1600A na nowe tj. w sekcji I w polu nr 1 oraz sekcji II w polu nr 13 należy zabudować wyłączniki 3p/S 1600A natomiast w sekcji I w polu nr 7 wyłącznik sprzęgłowy 3p/S 1600A. W stacji zabudowy jest – jak wynika z informacji uzyskanych od inwestora – niesprawny system automatycznego przełączania źródła zasilania – SZR. W związku z powyższym należy zabudować nowy system SZR. Metodyka działania systemu została przedstawiona poniżej. Wykonawca po przeprowadzeniu powyższych zmian

w rozdzielniach powinien całość połączyć z projektowanym systemem SZR. W sekcji I i II należy na szynach przed wyłącznikami głównymi zabudować analizatory stanu sieci – podobne do montowanych w rozdzielniach w budynku GSZ. Sygnały z analizatorów należy za pomocą istniejącej sieci LAN spiąć z istniejącym systemem monitoringu BMS.

SZR w S5

Praca normalna

Sekcja I (niezetherwowana) zasilana z transformatora T1 - łącznik Q11 w polu nr 1 zamknięty.

Sekcja II (niezetherwowana) zasilana z transformatora T2- łącznik Q12 w polu nr 13 zamknięty.

Sekcja III (rezerwowana) zasilana z transformatora T1 lub T2 w zależności od wyboru zasilania podstawowego.

Łącznik sekcyny Q13 w polu nr 7 otwarty.

Praca awaryjna – jeden transformator wyłączony

Praca rozdzielni odbywa się na jednym transformatorze T1 lub T2 i ewentualnie zespole prądotwórczym.

Sekcja I (niezetherwowana) oraz **Sekcja II** (niezetherwowana) zasilane z transformatora T1 - łącznik Q11 w polu nr 1 zamknięty oraz łącznik Q12 w polu nr 13 otwarty bądź transformatora T2 - łącznik Q11 w polu nr 1 otwarty oraz łącznik Q12 w polu nr 13 zamknięty.

Sekcja III (rezerwowana) zasilana z **Sekcji I** lub **Sekcji II** lub zespołu prądotwórczego. Łącznik sekcyny Q13 w polu nr 7 zamknięty.

Praca awaryjna – dwa transformatory wyłączone

Sekcja I (niezetherwowana) wyłączona.

Sekcja II (niezetherwowana) wyłączona.

Sekcja III (rezerwowana) zasilana z zespołu prądotwórczego . Zasilane są tylko odb. kat. II.

Automatyka i blokady

Ze względu na zasilanie transformatorów T1 i T2 z dwóch niezależnych sekcji w GSZ praca równoległa transformatorów jest niedopuszczalna. W związku z powyższym między wyłącznikami w polach nr 1 (sekcja I) i 13 (sekcja II) i wyłącznikiem sprzęgłowym w polu nr 7 (sekcja I) należy zabudować blokadę elektromagnetyczną uniemożliwiającą omyłkowe załączenie dwóch transformatorów na wspólne szyny. Położenie łączników powinno być sygnalizowane na rozdzielni w polu nr 7.

W polu nr 14 i 15 Sekcji III (rezerwowanej) zabudować automatykę SZR-u przełączającą zasilanie Sekcji I (rezerwowanej) z transformatorem T1 bądź T2 na zespół prądotwórczy przy zaniku napięcia na Sekcji I i Sekcji II. Położenie łączników powinno być sygnalizowane na rozdzielni w polu nr 14 i 15.

3.6. Ochrona przeciwporażeniowa

Sieć średniego napięcia 15kV

Jako ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym zastosowano „UZIEMIENIE”

Czas trwania zwarcia doziemnego wg RE Kielce wynosi $t_z=4s$. Dla tego czasu i pierwszego stopnia ochrony przeciwporażeniowej dopuszczalna wartość rażenia dotyku wynosi $U_{TP}\leq 86V$.

Orientacyjna wartość rezystancji uziemień dla pierwszego stopnia ochrony wynosi $9,30\Omega$. Po wykonaniu uziemień należy wykonać pomiar rezystancji i w razie nie uzyskania wymaganych wartości należy dokonać rozbudowy.

3.7. Ochrona środowiska

W projekcie nie przewiduje się wycinki drzew. Wybudowane urządzenia: sieć SN, nN oraz stacje transformatorowe nie będą oddziaływały negatywnie na środowisko naturalne.

3.8. Geotechniczne warunki posadowienia obiektu

Projektowana inwestycja w miejscowości Kielce ul. Artwińskiego należy zaliczyć do obiektów, dla których nie występuje potrzeba ustalenia technicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych według rozporządzenia MTBiGM. Na podstawie oceny projektanta na terenie objętym niniejszym opracowaniem występują proste warunki gruntowe.

Kategoria geotechniczna gruntu - pierwsza.

Podstawa prawna:

- Rozporządzenie MTBiGM w dnia 27.04.2012r., poz. 463
- Wyjaśnienia do ww rozporządzenia.

3.9. Technologia układania kabli

Układanie kabli wykonać zgodnie z zagospodarowaniem oraz normą N SEP-E-004. Kabel nN układać w rowie kablowym na głębokości 0,7m, a kable SN na gł. min. 1,0m, w 10cm otulinie piasku, następnie przysypać warstwą ziemi o grubości 0,20 do 0,35 m, ułożyć folie lub siatkę - koloru niebieskiego(kabel nN), czerwonego (kabel SN) na kablu i zasypać ziemią do poziomu terenu. Zaleca się zagęszczenie gruntu do stopnia 85% - 90% (w pasie drogowym 100%) wg zmodyfikowanej próby Proctor'a.

Kable w miejscu skrzyżowania z drogami i wjazdami na działki układać w rurach osłonowych sztywnych. Przejście pod drogami i wjazdami na działki wykonać metodą „przecisku” lub „przewiertu” w taki sposób, aby odległość pionowa między górną częścią osłony kabla i dnem rowu odwodnieniowego była nie mniejsza niż 1,2m, bądź przekopem otwartym z konieczności odtworzenia kostki brukowej – po uzgodnieniu z inwestorem. Na odcinkach linii kablowych nN i SN bednarkę FeZn 30x4mm i FeZn 25x4mm układać we wspólnym wykopie z kablami energetycznymi.

3.10. Normy

Całość prac wykonać zgodnie z:

- N-SEP-E-004 – Elektroenergetyczne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- Rozporządzenie Ministra Przemysłu nr 473 z dn. 08.10.1990r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej,
- N-SEP-E-001 – Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa,
- PN-IEC 61024 – Ochrona odgromowa obiektów budowlanych.

- PN-IEC 60364-5-523 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych, dobór i montaż wyposażenia elektrycznego, obciążalność prądowa długotrwała przewodów – PKN kwiecień 2001;
- PN-EN ISO 1461
- DIN 43670
- EN 61439-1:2021-10

4. OBLICZENIA TECHNICZNE

$\cos\varphi=0,93$

$U_f=15\text{kV}$ – napięcie międzyfazowe

$S_z=449\text{ MVA}$ – moc zwarcia trójfazowego na szynach 15kV w GPZ KARCZÓWKA

$I_z=253\text{A}$ – prąd zwarcia doziemnego - sieć skompensowana

$t_z=4\text{s}$ - czas nastawy zabezpieczeń ziemnozwarciowych

$S_{15}=120\text{ mm}^2$ – przekrój żyły roboczej kabla średniego napięcia

$\gamma=35\text{ m}/\Omega\text{mm}^2$ – przewodność AL.

$T_k=2\text{s}$ – przyjęty czas trwania zwarcia

$J_c=93,18\text{ A}/\text{mm}^2$ – dopuszczalna gęstość prądu zwarciovego 1-sekundowego dla najwyższej temperatury dopuszczalnej 250°C

$I_{CS}=234,5\text{A}$ – prąd pojemnościowy sieci

$I_{AWSC}=20\text{A}$

4.1. Rezystancja uziemienia sieci SN

Skuteczność ochrony przed porażeniem przy dotyku pośrednim będzie zachowana, jeżeli spełniony będzie warunek:

$$U_E = I_E * Z_E \leq 2 * U_{TP}$$

przy czym można przyjąć, że:

$$Z_E = R_E$$

Zatem:

$$R_E = \frac{U_E}{I_E}$$

gdzie:

U_E – napięcie uziomowe

U_{TP} – wartość dopuszczalnego napięcia dotykowego rażeniowego

$$U_E \leq 2 * U_{TP} = 172\text{V}$$

gdzie:

wielkość U_{TP} odczytana z normy dla czasu trwania zwarcia $t_F=4\text{s}$

$$U_{TP} = 86\text{V}$$

Prąd uwzględniany przy obliczeniu instalacji uziemiającej Tablica 1 w/w normy

$$I_E = r * \sqrt{(I_{AWSC})^2 + (0,1 * I_{CS})^2} = 18,49\text{A}$$

gdzie:

$I_{AWSC}=20\text{A}$; $r=0,6$ (sieć SN 15kV wyłącznie kablowa);

zatem:

$$R_E = 9,30\Omega$$

Dla sieci SN zaprojektowano uziemienie prętowo taśmowe o wypadkowej rezystancji uziemienia R_E spełniającego rolę uziemienia roboczego ochronnego

i odgromowego. W przypadku wystąpienia trudności z uzyskaniem wymaganej wartości uziomu należy rozbudować.

4.2. Rezystancja uziemienia roboczego stacji transformatorowej

Zgodnie z obowiązującymi normami skuteczności ochrony przed porażeniami przy dotyku pośrednim będzie zachowana, jeżeli zostaną spełnione następujące warunki:

- 1) wypadkowa rezystancja wszystkich uziemień sieci, których rezystancja przekracza 30Ω , znajdujących się w obszarze koła o średnicy 200m, obejmującego stację zasilającą powinna spełniać warunek:

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

- 2) wypadkowa rezystancja wszystkich uziemień punktów neutralnych i przewodów PEN (PE) sieci, w których możliwe jest zwarcie doziemne z pominięciem przewodów PEN (PE) powinna spełniać warunek:

$$R_{B2} = R_E * \frac{50}{U_0 - 50} = 2,78\Omega$$

- 3) Punkt neutralny sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia pracującej w układzie TN i połączone z nim przewody PEN(PE) tej sieci mogą być połączone z uziemieniem urządzeń wyższego napięcia, jeżeli napięcie uziomowe uziomu o wypadkowej R_{B2} , występuje przy zwarcie w sieci wysokiego napięcia, nie wywoła w sieci nN zagrożenia porażeniowego. Zagrożenie to nie wystąpi, jeżeli rezystancja R_{B2} , spełniać będzie następujący warunek:

$$R_E = \frac{U_F}{I_E}$$

gdzie:

$U_F = 82V$ - dopuszczalne napięcie zakłóceniewego w zależności od czasu trwania zwarcia doziemnego $t_{\text{równego}} 4s$

Prąd uwzględniany przy obliczeniu instalacji uziemiającej Tablica 1 w/w normy

$$I_E = r * \sqrt{(I_{AWSC})^2 + (0,1 * I_{CS})^2} = 18,49A$$

gdzie:

$I_{AWSC} = 20A$; $r = 0,6$ (sieć SN 15kV wyłącznie kablowa);

zatem:

$$R_E = 4,43\Omega$$

Zgodnie z powyższymi warunkami, wypadkowa wartość uziemienia roboczego i ochronnego dla projektowanej stacji transformatorowej nie może przekroczyć wartości **2,78 Ω** .

Dla stacji zaprojektowano uziemianie prętowo taśmowe o wypadkowej rezystancji uziemienia **2,78 Ω** spełniającego rolę uziemienia roboczego ochronnego i odgromowego. W przypadku wystąpienia trudności z uzyskaniem wymaganej wartości uziomu należy rozbudować.

4.3. Dobór przekładników prądowych SN 15kV

Dobór strony pierwotnej ze względu na obciążenie :

Prąd obciążenia:

$$I_{OBC} = \frac{P_S}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot \cos \phi} = \frac{2\,800\,000}{1,73 \cdot 15000 \cdot 0,93} = 116A$$

Zastosowano przekładnik: 150//5/5/5 A//A/A/A

Dobrano przekładniki prądowe: TPU 60.13; Un=24/50/125kV, In=150A, Ith=25kA

Przekładnia prądowa: 150//5/5/5A → rdzeń I: 10VA, kl. 0,2s;
 → rdzeń II: 10VA, kl. 0,5;
 → rdzeń III: 10VA, kl. 5P20;

Warunek:

$$0,01I_N \leq I_{OBC} \leq 1,2I_N$$

$$1,5 \leq 116 \leq 180 A \quad \text{- warunek spełniony}$$

Rdzeń I przekładnika

$$S_s = S_a + S_p + S_z$$

S_a – suma mocy pobieranych przez uzwojenia prądowe liczników energii – pobór mocy przez licznik ZMD

S_p – moc tracona na przewodach łączących przekładnik z licznikiem energii elektrycznej

S_z – moc tracona na zaciskach

Zastosowano licznik energii czynnej i biernej ZMD402CT44.0459 o mocy 0,125VA na fazę.

Sekcja I:

Odległość między przekładnikami prądowymi a licznikiem wynosi około 10m. Zastosowano przewody miedziane o przekroju 2,5mm².

Rezystancja przewodów łączących:

$$R = \frac{2 \cdot l}{\gamma \cdot s} \quad R = \frac{2 \cdot 10}{56 \cdot 2,5} = 0,143 \Omega$$

Moc pobierana przez przewody przy prądzie znamionowym przekładnika I=5A

$$\Delta P = I^2 \times R = 25 \times 0,143 = 3,575 VA$$

Strata mocy na stykach prądowych - 1,25VA (0,05Ω)

Dobór mocy znamionowej przekładnika:

$S_p = 3,575 VA$ - strata mocy na przewodach

$S_p = 0,125 \text{ VA}$ - pobór mocy przez aparaty
 $S_z = 1,25 \text{ VA}$ - strata mocy na stykach

$$S_s = S_p + S_p + S_z = 3,575 + 0,125 + 1,25 \text{ VA} = 4,95 \text{ VA}$$

co daje 49,5% mocy znamionowej przekładnika prądowego, jest to więc zgodne z IRiESD.
Warunek obciążalności jest zatem spełniony.

Zastosowano przekładnik: 10,0 VA

Warunek: $0,25S_n \leq S_s \leq S_n$
 $2,5 \leq 4,95 \leq 10 \text{ VA}$ - warunek spełniony

Dobrano przekładniki prądowe: TPU 60.13; 150//5/5/5A Un=24/50/125kV, In=150A, Ith=30kA, 10VA

Sekcja II:

Odległość między przekładnikami prądowymi a licznikiem wynosi około 13m. Zastosowano przewody miedziane o przekroju $2,5 \text{ mm}^2$.

Rezystancja przewodów łączących:

$$R = \frac{2 \cdot l}{\gamma \cdot s} R = \frac{2 \cdot 13}{56 \cdot 2,5} = 0,186 \Omega$$

Moc pobierana przez przewody przy prądzie znamionowym przekładnika $I = 5 \text{ A}$

$$\Delta P = I^2 \times R = 25 \times 0,186 = 4,65 \text{ VA}$$

Strata mocy na stykach prądowych - $1,25 \text{ VA}$ ($0,05 \Omega$)

Dobór mocy znamionowej przekładnika:

$S_p = 4,65 \text{ VA}$ - strata mocy na przewodach
 $S_p = 0,125 \text{ VA}$ - pobór mocy przez aparaty
 $S_z = 1,25 \text{ VA}$ - strata mocy na stykach

$$S_s = S_p + S_p + S_z = 4,65 + 0,125 + 1,25 \text{ VA} = 6,025 \text{ VA}$$

co daje 49,5% mocy znamionowej przekładnika prądowego, jest to więc zgodne z IRiESD.
Warunek obciążalności jest zatem spełniony.

Zastosowano przekładnik: 10,0 VA

Warunek: $0,25S_n \leq S_s \leq S_n$
 $2,5 \leq 6,025 \leq 10 \text{ VA}$ - warunek spełniony

Dobrano przekładniki prądowe: TPU 60.13; 150//5/5/5A Un=24/50/125kV, In=150A, Ith=30kA; 10VA

Sprawdzenie wytrzymałości termicznej i dynamicznej przekładników:

Moc zwarciova na szynach 15kV w GPZ Kaczówka:

$$S_Z = 449 \text{ MVA}$$

Impedancja systemu:

$$Z_{kGPZ} = \frac{1,1 \cdot U_{n15}^2}{S_Z} = \frac{1,1 \cdot 15^2}{449} = 0,55 \Omega$$

Do obliczeń parametrów przyjęto długości linii kablowych oraz rezystancję i reaktancję na 1km tych linii 15 kV:

- YHAKXs 120mm²

$$R = 0,328 \Omega/\text{km}$$

$$X = 0,122 \Omega/\text{km}$$

a) Linia kablowa YHAKXs 120mm² o długości 400m:

$$R_a = 0,1312 \Omega$$

$$X_a = 0,0488 \Omega$$

$$R = R_a = 0,1312 \Omega$$

$$X = X_a = 0,0488 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{0,1312^2 + 0,0488^2} = \sqrt{0,0196} = 0,14 \Omega$$

Impedancja całkowita:

$$Z_c = 0,55 + 0,14 = 0,69 \Omega$$

Początkowy prąd zwarcia:

$$I_z = \frac{c \cdot U_n}{Z_c \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,1 \cdot 15000}{0,69 \cdot 1,73} = 13,82 \text{ kA}$$

Prąd zwarciovy udarowy: $i_p = \sqrt{2} \cdot k \cdot I_z = 1,41 \cdot 1,8 \cdot 13,82 = 35,1 \text{ kA}$
gdzie: $k = 1,8$

Dobrano przekładnik o wytrzymałości: $200 \cdot I_n$

Warunek nr 1: $I_{th} > I_z$

Znamionowy krótkotrwały prąd cieplny (1-sek.) przekładnika:

$$I_{th} = 200 \cdot I_n = 30 \text{ kA} > 13,82 \text{ A}$$

Warunek spełniony.

Warunek nr 2: $I_{dyn} \geq i_p$

Znamionowy dynamiczny prąd przekładnika:

$$I_{dyn} = 2,5 \cdot I_{th} = 75\text{kA} > 35,1\text{kA}$$

Warunek spełniony.

Dobrano przekładniki prądowe: TPU 60.13; 150//5/5/5A $U_n=24/50/125\text{kV}$, $I_n=150\text{A}$, $I_{th}=30\text{kA}$, 10VA

4.4. Dobór przekładników napięciowych SN 15kV

Napięcie znamionowe sieci: $U_n - 15\text{kV}$

Do obwodu wtórnego podłączone będą:

Licznik ZMD402CT44.0459 wraz z modułem komunikacyjnym CU-B4 – 5,4VA – zatem 1,8VA na fazę.

Dobrano przekładniki napięciowe typu: UMZ-24-1; o napięciu pierwotnym $15/\sqrt{3}\text{kV}$, napięciu wtórnym $0,1/\sqrt{3}$ / $0,1/\sqrt{3}$ / $0,1/3\text{ kV}$, kl. 0,2, mocy znamionowej 5VA.

Warunek prawidłowego doboru przekładnika: $0,25S_n < S_o < S_n$

gdzie:

S_n – moc znamionowa przekładnika obwodu wtórnego – 5VA,

S_o – moc obliczeniowa po stronie wtórnej przekładnika,

$S_L = 1,8\text{VA}$ – moc przyjęta na licznik energii elektrycznej,

$S_z = 0,1\text{VA}$ – strata mocy na zestykach ,

$$S_o = S_L + S_z = 1,8 + 0,1 = 1,9\text{VA}$$

$$0,25 \cdot 5 = 1,25\text{ VA}$$

$$1,25 < 1,9\text{VA} < 5\text{VA} \quad - \text{warunek spełniony}$$

Dobrano przekładniki napięciowe typu: UMZ 24-1; o napięciu pierwotnym $15:\sqrt{3}\text{kV}$, napięciu wtórnym $0,1:\sqrt{3}$ / $0,1:\sqrt{3}$ / $0,1:3\text{ kV}$, kl. 0,2, mocy znamionowej 5VA.

4.5. Dobór bezpieczników SN w GSZ

- w kierunku stacji transf. S1 (SEKCJA I P. 5 oraz SEKCJA II P. 6) – trafo 800kVA

$$I_{bSN} \geq (2 \div 2,5) \frac{S_{NT}}{\sqrt{3}U_N}$$

$$(2 \div 2,5) \times 30,83 \text{ A} = 61,66\text{A do } 77,1\text{A} \rightarrow \mathbf{63\text{A}}$$

S_{NT} - moc znamionowa transformatora w [kVA]

U_N - znamionowe napięcie strony górnej transformatora [kV]

I_{bSN} - prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej

Dobrano zabezpieczenie 63A.

- w kierunku stacji transf. S2 (SEKCJA I P. 6 oraz SEKCJA II P. 5) – trafo 1250kVA

$$I_{bSN} \geq (2 \div 2,5) \frac{S_{NT}}{\sqrt{3}U_N}$$

$$(2 \div 2,5) \times 48,17 \text{ A} = 96,34\text{A do } 120,43\text{A} \rightarrow \mathbf{100\text{A}}$$

S_{NT} - moc znamionowa transformatora w [kVA]

U_N - znamionowe napięcie strony górnej transformatora [kV]

I_{bSN} - prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej

Dobrano zabezpieczenie 100A.

- w kierunku stacji transf. S3 (SEKCJA II P. 8) – trafo 1000kVA

$$I_{bSN} \geq (2 \div 2,5) \frac{S_{NT}}{\sqrt{3}U_N}$$

$$(2 \div 2,5) \times 38,54 \text{ A} = 77,07\text{A do } 96,35\text{A} \rightarrow \mathbf{80\text{A}}$$

S_{NT} - moc znamionowa transformatora w [kVA]

U_N - znamionowe napięcie strony górnej transformatora [kV]

I_{bSN} - prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej

Dobrano zabezpieczenie 80A.

- w kierunku stacji transf. S4 (SEKCJA I P. 4 oraz SEKCJA II P. 7) – trafo 800kVA

$$I_{bSN} \geq (2 \div 2,5) \frac{S_{NT}}{\sqrt{3}U_N}$$

$$(2 \div 2,5) \times 30,83 \text{ A} = 61,66\text{A do } 77,1\text{A} \rightarrow \mathbf{63\text{A}}$$

S_{NT} - moc znamionowa transformatora w [kVA]

U_N - znamionowe napięcie strony górnej transformatora [kV]

I_{bSN} - prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej

Dobrano zabezpieczenie 63A.

- w kierunku stacji transf. S5 (SEKCJA I P. 7 oraz SEKCJA II P. 4) – trafo 1000kVA

$$I_{bSN} \geq (2 \div 2,5) \frac{S_{NT}}{\sqrt{3}U_N}$$

$$(2 \div 2,5) \times 38,54 \text{ A} = 77,07\text{A do } 96,35\text{A} \rightarrow \mathbf{80\text{A}}$$

S_{NT} - moc znamionowa transformatora w [kVA]

U_N - znamionowe napięcie strony górnej transformatora [kV]

I_{bSN} - prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej

Dobrano zabezpieczenie 80A.

- w kierunku stacji transf. S6 (SEKCJA I P. 8) – trafo 630kVA

$$I_{bSN} \geq (2 \div 2,5) \frac{S_{NT}}{\sqrt{3}U_N}$$

$$(2 \div 2,5) \times 24,28 \text{ A} = 48,56\text{A do } 60,7\text{A} \rightarrow \mathbf{50\text{A}}$$

S_{NT} - moc znamionowa transformatora w [kVA]

U_N - znamionowe napięcie strony górnej transformatora [kV]

I_{bSN} - prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej

Dobrano zabezpieczenie 50A.

Wykonawca pozostawi do dyspozycji inwestora zapasowy komplet wkładek bezpiecznikowych.

4.6. Dobór mostów szynowych w stacji S2

W związku z wymianą istniejących transformatorów o mocy znamionowej 800kVA na jednostki o mocy 1250kVA należy sprawdzić wytrzymałość istniejących mostów szynowych i dokonać ewentualnych wzmocnień.

Prąd znamionowy transformatora 1250kVA po stronie pierwotnej:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1250000}{1,73 \cdot 15000} = 48,2 \text{ A}$$

Po stronie pierwotnej zrezygnowano z mostu szynowego – połączenie transformatora z kablami zasilającymi wykonać bezpośrednio poprzez głowice kablowe.

Prąd znamionowy transformatora 1250kVA po stronie wtórnej:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1250000}{1,73 \cdot 400} = 1\,806 \text{ A}$$

Stacja wyposażona jest w most szynowy wykonany z aluminium o przekroju 60x10mm.

Zgodnie z normą DIN 43670 obciążalność długotrwała szyny aluminiowej gołej 60x10mm wynosi 774A.

Zgodnie z wytycznymi uzyskanymi od inwestora most szynowy należy wzmocnić poprzez jego rozbudowę o kolejną szynę 60x10mm. Po rozbudowie mostu w powyższy sposób będzie ona miała prądową obciążalność długotrwałą równą 1390A – co daje 77% możliwości mocowej zamontowanego transformatora.

W celu uzyskania możliwości wykorzystania pełnej mocy zamontowanego transformatora należy wymienić istniejący aluminiowy most szynowy na miedziany o przekroju 2x 60x10mm². Zgodnie z normą EN 61439-1:2021-10 obciążalność prądowa powyższego mostu będzie wynosić 1914A – przy założeniu 35°C temperatury zewnętrznej oraz 90 °C temperatury szyny, długość szyn powyżej 2m.

4.7. Dobór mostów szynowych w stacji S1

W związku z wymianą istniejących transformatorów o mocy znamionowej 630kVA na jednostki o mocy 800kVA należy sprawdzić wytrzymałość istniejących mostów szynowych i dokonać ewentualnych wzmocnień.

Prąd znamionowy transformatora 800kVA po stronie pierwotnej:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{800\,000}{1,73 \cdot 15000} = 30,83 \text{ A}$$

Stacja wyposażona jest w most szynowy wykonany z aluminium o przekroju 40x5mm. Zgodnie z normą DIN 43670 obciążalność długotrwała szyny aluminiowej gołej 40x5mm wynosi 376A. Istniejący most spełnia wymogi nowych warunków pracy i należy pozostawić go bez zmian. W przypadku niewystarczającej długości szyn po zabudowie transf. 800kVA należy zastosować nowe płaskowniki AP 40x5mm.

Prąd znamionowy transformatora 800kVA po stronie wtórnej:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{800\,000}{1,73 \cdot 400} = 1\,156 \text{ A}$$

Stacja wyposażona jest w most szynowy wykonany z aluminium o przekroju 80x10mm.

Zgodnie z normą DIN 43670 obciążalność długotrwała szyny aluminiowej gołej 80x10mm wynosi 983A co daje 85% możliwości mocowej zamontowanego transformatora.

W celu uzyskania możliwości wykorzystania pełnej mocy zamontowanego transformatora należy rozbudować istniejący most poprzez dołożenie drugiej szyny aluminiowej o przekroju 80x10mm² – uzyskana zostanie obciążalności prądowa równa 1720A.

Ewentualnie wymienić istniejący aluminiowy most szynowy na miedziany o przekroju 80x10mm². Zgodnie z normą EN 61439-1:2021-10 obciążalność prądowa powyższego mostu będzie wynosić 1379A – przy założeniu 35°C temperatury zewnętrznej oraz 90 °C temperatury szyny, długość szyn powyżej 2m.

5. INFORMACJE DOTYCZĄCE BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

Przewiduje się następującą kolejność realizacji poszczególnych robót:

- Prace pomiarowe /wytyczenie/,
- Prace rozbiórkowe i przygotowawcze,
- Budowa sieci SN/ kanalizacji teletechniczne/ sieci nn
- Budowa jednej sekcji w GSZ wraz z wprowadzeniem kabli
- Budowa drugiej sekcji w GSZ wraz z wprowadzeniem kabli
- Wymiana transformatorów wraz ze wzmocnieniem mostów szynowych
- Przebudowa sekcji rozdzielczych w stacjach transformatorowych
- Inwentaryzacja powykonawcza i geodezyjna
- Odbiór robót,

Szczegółową kolejność realizacji poszczególnych obiektów określi Wykonawca w ramach projektu organizacji robót.

Wykaz istniejących obiektów budowlanych.

- teren szpitala
- droga wewnętrzna, parking
- wodociąg, kanalizacja
- gazociąg
- kable energetyczne nN, SN
- sieci teletechniczne, światłowodowe,
- sieci ciepłownicze

Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi.

- wykonywanie wykopów,
- układanie bednarki uziemiającej,
- zabudowa rozdzielnic średnich napięć,
- zabudowa transformatorów SN/nn
- roboty w pobliżu linii elektroenergetycznych SN (15kV),
- roboty w pobliżu drogi podczas ruchu pojazdów samochodowych,
- roboty wykonywane w pobliżu przewodów czynnych linii energetycznych,
- roboty wykonywane przy użyciu dźwigów,
- roboty załadunkowe i rozładunkowe,
- roboty wykonywane przy użyciu drobnego sprzętu mechanicznego / spawarki, zagęszczarki, piły itp./,
- roboty związane z wykonaniem linii kablowej,
 - roboty wykonywane w pobliżu sieci telekomunikacyjnych, wodociągu, gazociągu.

Zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych.

Lp.	Rodzaj zagrożenia	Czas występowania
1	Wpadnięcie do wykopu	W okresie trwania wykopu
2	Potknięcie się na tym samym poziomie	Przez cały okres budowy
3	Poślizgnięcie się na tym samym poziomie	
4	Kontakt z przedmiotem będącym w ruchu	
5	Rozerwanie na części narzędzi ręcznych	
6	Najechanie przez pojazdy samochodowe oraz sprzęt drogowy (spycharki, równiarki, walce, koparki)	
7	Uderzenie przez części ruchome, wirujące	
8	Uderzenie o nieruchome przedmioty	
9	Porażenie prądem	
10	Hałas	W okresie trwania wykopów
11	Kontakt z przedmiotami ostrymi	Przez cały okres trwania budowy
12	Zaproszenie oczu	W czasie cięcia drewna
13	Wdychanie substancji szkodliwych	W czasie robót malarskich
14	Wibracje	W czasie robót zagęszczania gruntu
15	Poparzenie	Podczas wykonywania robót spawalniczych

Instruktaż pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych.

- Przed dopuszczeniem do pracy pracowników zatrudnionych na stanowiskach robotniczych należy ich przeszkolić w zakresie szkolenia wstępnego na stanowisku pracy. Szkolenie powinien przeprowadzić kierownik budowy lub osoba przez niego wyznaczona. Szkolenie pracowników podwykonawców powinni przeprowadzać kierownicy robót podwykonawców. Odbycie szkolenia winno być potwierdzone odpowiednim zaświadczeniem oraz odnotowane w dzienniku szkoleń,
- Przed rozpoczęciem robót szczególnie niebezpiecznych kierownik budowy lub osoba przez niego wyznaczona przeprowadzają dodatkowy instruktaż bezpiecznego wykonywania tego rodzaju robót oraz określają zasady postępowania w przypadku wystąpienia zagrożenia dla ludzi i środowiska. Fakt odbycia instruktażu należy odnotować w dzienniku szkoleń,
- Przy wykonywaniu prac budowlano-montażowych należy stosować ogólne przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy oraz warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych – Część – Instalacje elektryczne.

Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom, wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub ich sąsiedztwie.

- Stosowanie podczas pracy odpowiednich i nieszkodliwych urządzeń oraz odzieży roboczej; używanie ochronnego sprzętu; okularów ochronnych i rękawic, kaloszy dielektrycznych przy pracach elektrycznych pod napięciem,
- Zabezpieczenie robót prowadzonych w pobliżu ruchu ulicznego zgodnie z obowiązującymi przepisami. Pracownicy wykonując roboty ziemne w pasie drogowym zobowiązani są chodzić w kamizelkach ostrzegawczych. Pracownicy zatrudnieni przy robotach, przy których może nastąpić uderzenie przez ruchome lub nieruchome przedmioty zobowiązani są do używania kasków ochronnych,
- Używanie okularów ochronnych i rękawic przy pracach ze środkami chemicznymi,
- Zachowanie odpowiednich środków ostrożności przy używaniu środków do dezynfekcji wody. Konieczność używania innych ochron indywidualnych określa bezpośredni przełożony pracownika przed skierowaniem go do konkretnej pracy. Sprzęt i narzędzia używane podczas pracy należy utrzymywać w stałej sprawności technicznej.

Każda grupa robocza powinna posiadać apteczkę podręczną z wyposażeniem materiałów opatrunkowych i pierwszej pomocy. Osoby pracujące w brygadzie winny mieć aktualne badania lekarskie.

Zabezpieczenie wykonawstwa robót.

Teren budowy winien być oznakowany tak, aby zwracał uwagę uczestników komunikacji na plac budowy i wynikające z tego powodu niebezpieczeństwa oraz skłaniał ich do ostrożnego zachowania.

Roboty budowlane wykonywane w pobliżu istniejącego uzbrojenia /linii elektroenergetycznych, teletechnicznych, wodociągu, gazociągu /.

- Ściśle ustalić przebieg istniejącego uzbrojenia w terenie,
- Nie stosować sprzętu i maszyn, bez zgody właściciela danej sieci,
- Roboty ziemne w bezpośredniej bliskości istniejącego uzbrojenia wykonać ręcznie, z zachowaniem szczególnej ostrożności i pod nadzorem geodezyjnym i właściciela danej sieci, zgodnie z warunkami uzgodnień i zasadami BHP. W szczególności zalecenie to dotyczy kabli energetycznych i teletechnicznych posadowionych stosunkowo płytko.

Elementy układu komunikacyjnego obciążone ruchem drogowym

- Teren robót prowadzonych w sąsiedztwie układu komunikacyjnego obciążonego ruchem drogowym należy zabezpieczyć poprzez odpowiednie odgródzenie,
- Tymczasowe funkcjonowanie układu komunikacyjnego w obrębie prowadzonych robót należy zabezpieczyć poprzez wykonanie stosownego oznakowania wg zatwierdzonego przez właściwy organ projektu tymczasowej organizacji ruchu.

Uwagi.

Przed rozpoczęciem robót kierownik budowy powinien sporządzić plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia zwany „planem bioz” zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. (Dz. U. z 2003r. Nr 120 poz. 1126).

6. UWAGI KOŃCOWE

- Wszystkie czynności związane z realizacją inwestycji należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami, uwzględniając wymagania instytucji i osób uzgadniających,
- Unikać nadmiernego zniszczenia zieleni,
- Wszystkie zastosowane materiały muszą posiadać odpowiednie zezwolenia do użytkowania oraz atesty,
- Materiały z demontażu zdać inwestorowi ŚCO,
- Po zakończeniu prac doprowadzić teren do pierwotnego stanu,
- Prace przeprowadzić z zachowaniem zasad BHP i P. Poż.,
- W miejscu skrzyżowań i zblizeń z uzbrojeniem podziemnym prace wykonać ręcznie,
- Wykonać inwentaryzację powykonawczą wybudowanych urządzeń,
- Wykonać inwentaryzację geodezyjną,
- Przed zgłoszeniem urządzeń do odbioru technicznego wykonać pomiary elektryczne i dołączyć protokoły dokumentacji powykonawczej,
- Po zakończeniu prac zgłosić do odbioru końcowego inwestorowi.
- W przypadku podania w niniejszym opracowaniu projektowym jakichkolwiek nazw własnych, należy je traktować jako przykładowe określające dane parametry zastosowanego urządzenia. Dopuszcza się zastosowanie urządzeń innych producentów posiadające tożsame parametry bądź lepsze.
- Prace prowadzić w sposób najmniej uciążliwy dla funkcjonowania placówki zdrowia oraz ograniczając wyłączenia. Szczegóły ustalać na bieżąco z inwestorem.
- Wykonawca dostarczy inwestorowi na etapie dokumentacji powykonawczej listę zmiennych dotyczącą zastosowanej automatyki. Nazewnictwo ustalać z zamawiającym na etapie wykonawstwa.

Projektował:

mgr inż. Mateusz Sagan
upr. SWK/0263/PBE/17

Kielce, Styczeń 2024r

7.

8. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

L.p.	Wyszczególnienie		Jednostka	Ilość
1	Linia kab. SN, nn, kanalizacja teletechniczna	Kabel XRUHAKXs 120/50mm ²	m	1863
2		Głowica kablowa SN prosta	szt.	42
3		Mufa kablowa SN przejściowa	szt.	9
4		Mufa kablowa SN przelotowa	szt.	15
5		Kabel YKY 5x10mm ²	m	217
6		Kabel światłowodowy 12 włóknowy	m	262
7		Folia czerwona oznacznikowa	m	240
8		Folia niebieska oznacznikowa	m	240
9		Piasek	m ³	38,4
10		Opaski kablowe opisowe	szt.	30
11		Betonowe znaczniki kablowe	szt.	12
12		Rura osłonowa gładkościenna sztywna ϕ 160	m	52
13		Rura osłonowa dwuścienna karbowana ϕ 160 giętka	m	140
14		Rura osłonowa RHDPE ϕ 40x3,7	m	202
15		Rura osłonowa RHDPE ϕ 110	m	202
16		Rura osłonowa RHDPE ϕ 25x2,0	m	404
17		Studnia kablowa SK-1	szt.	6
18		Kształtka termokurczliwa ϕ 160	szt.	56
19		Bednarka ocynkowana FeZn 30x4 mm	m	100
20		Bednarka ocynkowana FeZn 25x4 mm	m	100
21		Pręt uziomu \varnothing 17,2 mm	m	36
22	Budynek Głównej Stacji Zasilania	Rozdzielnica SN 15kV 10-polowa układ SF6	kpl.	2
23		Płaskownik aluminiowy AP 40x5	m	12
24		Przekładniki prądowe TPU 60.13; 150//5/5/5A Un=24/50/125kV, In=150A, Ith=30kA, 10VA	kpl.	6
25		Przekładniki napięciowe UMZ-24-1; o napięciu pierwotnym 15/ $\sqrt{3}$ kV, napięciu wtórnym 0,1/ $\sqrt{3}$ / 0,1/ $\sqrt{3}$ / 0,1/3 kV, kl. 0,2, mocy znamionowej 5VA	kpl.	6
26		YKSY 7x2,5mm ²	m	35
27		YKY 5x1,5mm ²	m	35
28		Moduł komunikacyjny CU-PLP 91	kpl.	1
29		Wkładka bezpiecznikowa 15kV 63A	szt.	12
30		Wkładka bezpiecznikowa 15kV 80A	szt.	12
31		Wkładka bezpiecznikowa 15kV 100A	szt.	6
32		Analizator parametrów sieci + okablowanie	kpl.	2
33		Sygnalizator zwarć doziemnych + okablowanie	kpl.	12
34		Czujniki temperatury i wilgotności	szt.	18
35		Koncentratory + okablowanie	szt.	2

36	Bramka MODBUS + okablowanie	szt.	2
37	Konwerter Ethernet - światłowód	kpl.	2
38	Drabinka kablowa 400mm ² wraz z uchwytami	kpl.	3
39	Tablica potrzeb własnych 460x448mm	kpl.	1
40	Rozłącznik bezpiecznikowy 3P 40A	szt.	1
41	Wyłącznik nadmiarowo prądowy 1P B16A	szt.	3
42	Wyłącznik nadmiarowoprądowy 1P B10A	szt.	3
43	Wyłącznik nadmiarowoprądowy 1P B6A	szt.	3
44	Lampka kontrolna zasilania	szt.	1
45	Przewód YDYżo 3x1,5mm ²	m	50
46	Rura elektroinstalacyjna Φ28	m	120
47	Podest pod rozdzielnicę 7m	kpl.	2
48	Sprzęt elektroizolacyjny BHP	kpl.	1
49	Farba, zaprawa	wg potrzeb	-

50	Stacja transformatorowa S2	Transformator suchy żywiczny 1250kVA	szt.	2
51		Podkładki antywibracyjne	szt.	8
52		Kabel NSGAFOU 1x240mm ²	m	64
53		Płaskownik aluminiowy AP60x10 wraz ze śrubami mocującymi	m	62
54		Wyłącznik główny 3p/S 2000A	szt.	2
55		Wyłącznik główny sprzęgłowy 3p/S 2000A	szt.	1
56		Analizator parametrów sieci	kpl.	2
57		Kabel FTP ekranowany	m	120
58		Rura elektroinstalacyjna Φ28	m	120
59		Tablica potrzeb własnych 825x600mm	kpl.	1
60		Automat SZR 40A	szt.	1
61		Rozłącznik bezpiecznikowy 3P 63A z wkładką 40A	szt.	1
62		Wyłącznik nadmiarowoprądowy 1P B16A	szt.	8
63		Wyłącznik nadmiarowoprądowy 1P B6A	szt.	3
64		Lampka kontrolna zasilania	szt.	1
65		Analizator parametrów sieci – pomiar prądów i napięć	kpl.	1
66		Kabel YKY 4x10mm ²	m	40
67		Przewód YDYżo 3x1,5mm ²	m	40
68		Drzwi 1550x2500mm wygłuszone	kpl.	2
69		Drzwi 1250x2500mm	kpl.	1
70		Wentylator wyciągowy	szt.	2
71		Wentylator nawiewny	szt.	2
72		Obudowa bezpiecznikowa S-8	szt.	2
73		Czujnik temperatury KST+zug	szt.	2
74	Stycznik R20-20	szt.	2	

75	Stacja transf. S1	Transformator suchy żywiczny 800kVA – z dem. z S2	szt.	2
76		Podkładki antywibracyjne	szt.	8
77		Wyłącznik główny 3p/S 1250A	szt.	2
78		Wyłącznik główny sprzęgłowy 3p/S 1250A	szt.	1
79		Analizator parametrów sieci	kpl.	2
80		Kabel FTP ekranowany	m	120
81		Rura elektroinstalacyjna $\Phi 28$	m	120
82		System automatycznego przełączania źródła zasilania SZR	kpl.	1

83	St. tran. S5	Wyłącznik główny 3p/S 1600A	szt.	2
84		Wyłącznik główny sprzęgłowy 3p/S 1600A	szt.	1
85		Analizator parametrów sieci	kpl.	2
86		System automatycznego przełączania źródła zasilania SZR	kpl.	1

9. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW Z DEMONTAŻU

1	Rozdzielnia SN 15kV 6-polowa	kpl.	2
2	Tablica potrzeb własnych w GSZ	kpl.	1
3	Tablica potrzeb własnych w S2	kpl.	1
4	Wysłużony sprzęt elektroizolacyjny BHP z GSZ	kpl.	1
5	Przekładnik prądowy 100/5/5 TPU 60.13	szt.	6
6	Przekładnik napięciowy 15: $\sqrt{3}$ /0,1: $\sqrt{3}$ /0,1:3	szt.	6
7	Moduł komunikacyjny CU-PLP 51	kpl.	1
8	YKSY 7x2,5mm ²	m	30
9	YKY 5x1,5mm ²	m	30
10	Wyłącznik GE Energy 1250A MPACT-PLUS – z S2	szt.	3
11	Transformator olejowy 630kVA – z S1	szt.	2
12	Wyłącznik APU-30C 1000A – z S1	szt.	3
13	Wyłącznik APU-50A 1600A – z S5	szt.	3
14	Niesprawny system SZR – z S5	kpl.	1