

PROJEKT WYKONAWCZY

NR PROJ. 110013
NR DOK. 1E201REW0.DOC

STACJA TRANSFORMATOROWA INSTALACJE ELEKTRYCZNE

INWESTOR:

POLSKA AGENCJA ŻEGLUGI POWIETRZNEJ
UL. WIEŻOWA 8, 02-147 WARSZAWA

INWESTYCJA:

BUDOWA TWR POZNAŃ WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ
TECHNICZNO - ADMINISTRACYJNĄ

OBIEKT:

BUDYNEK WIEŻY KONTROLI RUCHU LOTNICZEGO.
OBIEKT NR 1

Warszawa, kwiecień 2012r

PROCHEM S.A.

posiada system zarządzania jakością zgodny z międzynarodową normą ISO 9001

ul.Powązkowska 44c
01-797 Warszawa

Tel.: (48 22) 32 60 100
Fax: (48-22) 32 60 101

email: prochem@prochem.com.pl
www.prochem.com.pl

Druk Nr T-021-02-77

BUDOWA TWR POZNAŃ WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNO - ADMINISTRACYJNĄ**PROJEKT WYKONAWCZY****STACJA TRANSFORMATOROWA
INSTALACJE ELEKTRYCZNE**

Funkcja	Tytuł, imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data	Podpis
Projektant	mgr inż. Ryszard Knych	Wa-846/94	04.2012	
Główny Projektant	mgr inż. Ryszard Knych	Wa-846/94	04.2012	
Sprawdzający	mgr inż. Jerzy Marszałek	St-510/83	04.2012	
Kierownik Projektu	mgr inż. Lidia Szugzda	-	04.2012	

BUDOWA TWR POZNAŃ WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNO - ADMINISTRACYJNĄ**ZAWARTOŚĆ PROJEKTU**

Lp.	Nazwa	Nr dokumentu
1	Opis techniczny Warunki techniczne przyłączenia do sieci elektroenergetycznej Enea Operator znak OD5/RR1/878/2010 z dnia 24.03.2011r. Aneks nr 1 do warunków przyłączenia jw. z dnia 02.11.2011r.	1E201REW0.doc
2	Lista kablowa	1E202REW0.xls
3	Zestawienie materiałów	1E203REW0.doc
4	Rysunki	
4.1	Plan sytuacyjny	1E211REW0.dwg
4.2	Schemat zasilania obiektu	1E212REW0.dwg
4.3	Plan rozmieszczenia urządzeń	1E213REW0.dwg
4.4	Plan instalacji oświetleniowej	1E214REW0.dwg
4.5	Plan instalacji siłowej i sterowniczej	1E215REW0.dwg
4.6	Plan instalacji uziemieniowej	1E216REW0.dwg
4.7	Schemat ideowy rozdzielnic 15kV RSN1 i RSN2	1E217REW0.dwg
4.8	Schemat ideowy rozdzielnic RNN1 i RNN2	1E218REW0.dwg
4.9	Schemat ideowy rozdzielnic RNNUT i RNNUW	1E219REW0.dwg
4.10	Rozdzielnice RNN1, RNN2, RNNUT, RNNUW – elewacje	1E220REW0.dwg
4.11	Tablica potrzeb własnych TPW	1E221REW0.dwg

SPIS TREŚCI:	strona
1. OPIS TECHNICZNY	5
1.1. Przedmiot opracowania	5
1.2. Zakres opracowania	5
1.3. Założenia	5
1.4. Dane energetyczne	5
1.5. Zasilanie	5
1.6. Rozdzielnica średniego napięcia RSN1, RSN2	6
1.7. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej	6
1.8. Transformatory	6
1.9. Rozdzielnice niskiego napięcia	7
1.10. Baterie kondensatorów	8
1.11. Tablice rozdzielcze	8
1.12. Instalacja oświetleniowa	8
1.13. Instalacja gniazd wtyczkowych	9
1.14. Instalacja siły	9
1.15. Instalacja uziemieniowa	9
1.16. System ochrony od porażeń	9
1.17. Ochrona p.poż.	10
2. OBLICZENIA	11
2.1. Obliczenie prądów zwarcia na szynach rozdzielnic 15 kV – RSN-1 i RSN-2 w ob. nr 1	11
2.2. Obliczenie prądu i mocy zwarcia na szynach rozdzielnic 0,4 kV	12
2.3. Sprawdzenie skuteczności ochrony od porażeń obwodu do rozdzielnicy TPW przy zasilaniu z generatora o mocy 570kVA	12
2.4. BILANS MOCY TRANSFORMATORA TR-1	13
2.5. BILANS MOCY TRANSFORMATORA TR-2	14

1. OPIS TECHNICZNY

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy w zakresie instalacji elektrycznych dotyczących stacji transformatorowej w Wieży Kontroli Ruchu Lotniczego TWR Poznań. Obiekt zlokalizowany będzie na działkach 56/29, 56/28, 56/27 obręb 0023 Ławica II o łącznej pow. 0,7681 ha wydzielonych z terenu Portu Lotniczego Poznań Ławica.

1.2. Zakres opracowania

Niniejszy projekt obejmuje:

- dwie rozdzielnice SN-15kV – RSN1, RSN2,
- rozdzielnicę główną 0,4kV RNN1, RNN2, dwusekcyjną,
- dwa transformatory żywiczne TR1, TR2 - 630 kVA, 15/0,4kV,
- szynoprzewody łączące transformatory z rozdzielnicami 0,4kV,
- agregat prądotwórczy zasilania rezerwowego o mocy 570kVA,
- rozdzielnice UPS-owe – RNNUT, RNNUW,
- tablicę rozdzielczą potrzeb własnych TPW,
- instalację oświetlenia wewnątrz stacji,
- instalację siły i sterowania dla obwodów wentylacji i ogrzewania,
- instalację uziemiającą,
- instalację ochrony od porażeń,

1.3. Założenia

- zlecenie Inwestora – umowa nr 110013,
- program funkcjonalno-techniczny dla obiektu Wieży Kontroli Ruchu Lotniczego wraz z infrastrukturą techniczno-administracyjną zawarty w dokumencie „Specyfikacja istotnych warunków zamówienia (SIWZ)” z dnia 21 grudnia 2010r opracowanym przez Polską Agencję Żeglugi Powietrznej,
- wizja lokalna na terenie działki,
- warunki techniczne przyłączenia do sieci elektroenergetycznej ENEA Operator znak OD5/RR1/878/2010 z dnia 24.03.2011 r.
- aneks nr 1 do warunków przyłączenia jw. z dnia 02.11.2011 r.
- uzgodnienia z Inwestorem i jego wytyczne,
- podkłady technologiczno-budowlane,
- obowiązujące przepisy i normy.

1.4. Dane energetyczne

- | | |
|---------------------------|---|
| - napięcie zasilania SN | $U_N = 15 \text{ kV}$ |
| - napięcie zasilania n.n. | $U_n = 230/400 \text{ V}$ |
| - moc zainstalowana | $P_Z = 841,2 \text{ kW}$ |
| - moc szczytowa | $P_{SZ} = 419,6 \text{ kW}$ (bez mocy rezerwowej) |

1.5. Zasilanie

Zgodnie z wydanymi przez ENEA Operator Warunkami Przyłączenia znak OD5/RR1/878/2010 z dnia 24.03.2011r., z późniejszym aneksem z dnia 02.11.2011r., projektowany obiekt zasilany będzie na napięciu 15kV, dwoma liniami kablowymi wyprowadzonymi z dwóch miejskich stacji transformatorowych.

Moc przyłączeniowa przydzielona na przyłączy głównym (ze stacji MST-1061) i na przyłączy rezerwowym (ze stacji MST-732) wynosi 400 kW.

Dla przyłącza głównego, w granicy działki od strony ul. Przytocznej, zostanie zabudowane przez ENEA Operator złącze kablowe 15kV wyposażone w trypolową rozdzielnicę w izolacji SF6. Od tego złącza do rozdzielnic RSN-1 zostanie wybudowana linia kablowa (ujęta w opracowaniu SZE101).

Kabel przyłącza rezerwowego, układany po terenie lotniskowym, zostanie wprowadzony bezpośrednio do rozdzielnic RSN-2 pole nr 1 (ujęty w opracowaniu SZE201).

Dla odbiorów szczególnie ważnych, związanych z :

- urządzeniami elektronicznymi wieży,
- oświetleniem wewnątrz obiektu,
- klimatyzacją pomieszczeń operacyjnych i technicznych,

przewiduje się ustawienie agregatu prądotwórczego o mocy 570kVA zapewniającego zasilanie obiektu na wypadek awarii zasilania z sieci energetyki zawodowej. Agregat powinien posiadać zbiornik paliwa wystarczający na min. 10-godz. nieprzerwaną pracę z pełnym obciążeniem. Pomieszczenie agregatu usytuowano na zewnątrz wieży, w pomieszczeniu przylegającym do kotłowni.

Kable 15kV wprowadzone będą do stacji transformatorowej zlokalizowanej na parterze projektowanego budynku.

1.6. Rozdzielnica średniego napięcia RSN1, RSN2

Pomieszczenia stacji transformatorowej usytuowane będą na parterze budynku wieży w narożniku płn.-zach. (pom. nr 1/11, 1/12, 1/13, 1/14).

W oddzielnym pomieszczeniu nr 1/11 ustawione będą dwie rozdzielnice 15kV RSN1 i RSN2, trypolowe, o stopniu ochrony IP2X, wyposażone w aparaturę w izolacji SF6. Każda rozdzielnica składać się będzie z pola zasilającego z 3-położeniowym rozłącznikiem z uziemnikiem, pola pomiaru napięcia wyposażonego w przekładnik napięciowy oraz z pola transformatorowego wyposażonego w 3-położeniowy rozłącznik z bezpiecznikami z uziemnikiem. W projekcie przewidziano rozdzielnice typu Simosec prod. Siemens lub ekwiwalent po uzgodnieniu z Inwestorem. Aparaty w polach zasilających obu rozdzielnic muszą posiadać możliwość włączenia do systemu BMS oraz monitoringu.

Pomieszczenie rozdzielni SN będzie miało wejście od zewnątrz oraz wyposażone będzie w podłogę techniczną umożliwiającą wprowadzenie kabli do pól rozdzielczych od dołu.

Rozdzielnia SN 15kV wyposażona będzie w sprzęt BHP i p.poż. zgodny z obowiązującymi przepisami.

1.7. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej

Zgodnie z wydanymi przez Zarząd Energetyczny warunkami przyłączenia w stacji transformatorowej zainstalowany będą dwa układy pomiarowo-rozliczeniowe po stronie SN-15kV dla każdego przyłącza. Układ pomiarowy zaprojektowano jako pośredni, trójsystemowy, czterokwadrantowy, umożliwiający jednokierunkowy pomiar energii czynnej i dwukierunkowy pomiar energii biernej. Tablica licznikowa TL zlokalizowana będzie w pomieszczeniu RNN-0,4kV stacji transformatorowej.

Projekt układu pomiarowego wydany będzie w osobnym opracowaniu.

1.8. Transformatory

W pomieszczeniach 1/12 i 1/13 ustawione będą dwa transformatory żywiczne 15/0,4kV o mocy 630kVA każdy. Transformatory oddzielone będą od siebie przegrodą z siatki o wysokości 2m. Transformatory zasilone będą kablami typu 3xRUHKXS 1x70mm² z rozdzielnic RSN1 i RSN2. Kable układane będą w przestrzeni pod posadzką, a dalej do transformatorów na korytkach kablowych układanych na ścianie. W projekcie

przewidziano transformatory typu GEAFOL prod. Siemens lub ekwiwalent po uzgodnieniu z Inwestorem.

Transformatory bez obudowy IP00 i grupie połączeń Dyn5 wyposażone będą w zabezpieczenia temperaturowe, których zadziałanie spowoduje wyłączenie łączników po stronie SN i NN (wyłączniki główne w RNN1 i RNN2). Czujniki termistorowe o dodatnim współczynniku temperaturowym (PTC) wbudowane będą w każdą fazę uzwojenia dolnego napięcia. Czujniki powinny być połączone szeregowo, a końce wyprowadzone na listwę zaciskową wyposażoną w zaciski śrubowe zapewniające pewne wykonanie podłączeń.

Zabezpieczenie temperaturowe uzwojeń powinno być realizowane jako dwustopniowe, gdzie: pierwszy stopień daje sygnał ostrzeżenia, a drugi stopień daje sygnał na wyłączenie. Sygnały przekroczenia temperatury pierwszego i drugiego stopnia będą przekazane do systemu BMS. Obwody pomocnicze zabezpieczenia temperaturowego uzwojeń powinny być zasilane z napięcia gwarantowanego stacji. Punkty neutralne uzwojenia dolnego napięcia transformatorów należy uziemić bezpośrednio do uziomu wokół obiektu.

Transformatory powinny być dobrane do warunków pracy w układzie rezerwy ukrytej, tzn. każdy z dwóch transformatorów musi być w stanie przejąć 100% obciążenia całej rozdzielni. W układzie pracy podstawowej obciążenie transformatorów nie powinno przekraczać 50% ich mocy znamionowej. Połączenia pomiędzy transformatorami a sekcjami rozdzielnic RNN1 i RNN2 oraz sprzęgło między sekcjami rozdzielni wykonane będą za pomocą szynoprzewodów o obciążalności 1250A.

1.9. Rozdzielnice niskiego napięcia

W pomieszczeniu 1/14 stacji transformatorowej ustawione będą rozdzielnice 0,4kV :

- główne rozdzielnice RNN1 i RNN2 z szynami zbiorczymi 1250A,
- RNNUT – rozdzielnica zasilana z 2 UPS-ów po 120kVA przeznaczona głównie do zasilania urządzeń technologicznych w wieży,
- RNNUW – rozdzielnica zasilana z UPS 200kVA przeznaczona głównie do zasilania wentylacji i klimatyzacji związanych z technologią wieży,
- TPW – tablica rozdzielcza potrzeb własnych dla stacji,
- TOZ – tablica oświetlenia zewnętrznego (ujęta w osobnym opracowaniu),
- TL – tablica licznikowa (ujęta w osobnym opracowaniu).

Rozdzielnica RNN1 będzie pełniła funkcję rozdzielnicy generatorowej – oprócz zasilania z transformatora TR1 będzie zasilana z agregatu prądotwórczego. Przewiduje się blokadę mechaniczną i elektryczną uniemożliwiającą podanie napięcia do sieci Energetyki.

Rozdzielnice RNN1 i RNN2 zestawione będą w układzie dual-front, z podwójnym układem szyn zbiorczych, z członami wysuwnymi, typu Sivacon S8 prod. Siemens lub ekwiwalent.

W polach zasilających obu sekcji, oprócz wyłącznika głównego 1250A zainstalowany będzie układ SZR, analizator parametrów sieci przystosowany do współpracy z siecią komunikacji cyfrowej oraz ochronnik przepięciowy typu 1+2 z dobezpieczeniem. Wszystkie zastosowane aparaty w głównej rozdzielnicy muszą posiadać możliwość włączenia do systemu BMS oraz monitoringu.

Wyłączniki zasilaczy podstawowych sekcji w układzie normalnym są zamknięte, a wyłącznik sprzęgłowy otwarty. Wyprowadzenie odpływów kablowych z rozdzielnic do góry, na układ drabinek kablowych, dalej w budynku kable rozprowadzane będą w przestrzeniach międzystropowych. Pola odpływowe przeznaczone do zasilania tablic obiektowych wyposażone będą w wyłączniki kompaktowe i częściowo w rozłączniki bezpiecznikowe. Z rozdzielnicy RNN1 i RNN2 zasilane będą UPS-y, a z nich rozdzielnice napięcia gwarantowanego RNNUT i RNNUW. Z RNNUT wyprowadzone będą obwody do urządzeń operacyjnych wieży, gniazd komputerowych, systemów alarmowych oraz oświetlenia sali operacyjnej, głównej sali technicznej, ciągów komunikacyjnych. Rozdzielnica RNNUT zasilana będzie z 2 UPS-ów po 120kVA każdy. UPSA i UPSB zasilane będą dwutorowo - jeden tor wyprowadzony z RNN1, drugi z RNN2.

Z RNNUW zasilane będą obwody wentylacji awaryjnej i kamer monitoringu. Rozdzielnica RNNUW zasilana będzie z UPSW 200kVA. UPSW zasilany będzie dwutorowo - jeden tor wyprowadzony z RNN1, drugi z RNN2.

W UPS-ach zastosowano akumulatory w wykonaniu ołowiowo-kwasowym w technologii AGM z wentylowanym zaworem VRLA. Projektowana ich żywotność wynosi 10-12 lat. Każdy z UPS-ów 120kVA posiada 40 szt. szeregowo połączonych akumulatorów o pojemności 200Ah i napięciu 12V w jednej gałęzi.

UPS 200kVA posiada 80 szt. szeregowo-równolegle połączonych akumulatorów o pojemności 160Ah i napięciu 12V w dwóch gałęziach. Łączna pojemność 320Ah.

Każda gałąź posiada rozłącznik bezpiecznikowy.

Rozdzielnice RNNUT i RNNUW przewiduje się jako wewnętrzne, przyściennne, segmentowe, sekcjonowane, z członami wysuwnymi, w izolacji powietrznej IP3X, typu Sivacon S8 prod. Siemens lub ekwiwalent po uzgodnieniu z Inwestorem.

Rozdzielnia NN wyposażona będzie w sprzęt BHP i ppoż. zgodny z obowiązującymi przepisami.

1.10. Baterie kondensatorów

Zgodnie z warunkami przyłączenia wydanymi przez ENEA Operator kompensacja mocy biernej powinna być przeprowadzona do współczynnika $\text{tg } \varphi < 0,4$.

W tym celu w każdej sekcji rozdzielnic RNN1 i RNN2 zaprojektowano baterię kondensatorów o mocach 10kvar i 80kvar zabudowaną w polach nr 3 oraz 13 oraz 6-stopniowy automatyczny regulator współczynnika mocy z podwójnym pomiarem prądu oraz w dławiki zwarciove 7%.

1.11. Tablice rozdzielcze

Dla zasilania instalacji wewnętrznych w stacji (oświetlenie, gniazda wtykowe, siła związana z wentylacją) oraz obwodów pomocniczych rozdzielnic RSN1, RSN2, RNN1, RNN2 zaprojektowano tablicę rozdzielczą TPW ustawioną w pomieszczeniu rozdzielni 0,4 kV. Rozdzielnica TPW zasilana będzie z rozdzielnic RNN1 z pola 3.2.1 kablem YKYżo 5x16mm². Pod rozdzielnicą TPW umieszczony będzie zasilacz bezprzerwow UPS o mocy 3,0 kVA, z którego wyprowadzone będzie zasilanie do części rozdzielnic oznaczonej TUPS. Stąd zasilany będzie zespół przełączania zasilania SZR, przekaźniki temperaturowe na transformatorach, napędy silnikowe wyłączników oraz liczniki w tablicy TL. Rozdzielnica TPW wykonana będzie w obudowie metalowej o stopniu szczelności IP3X, naścienna.

Obok rozdzielnic TPW zamontowana będzie rozdzielnica TOZ przeznaczona do zasilania obwodów oświetlenia zewnętrznego. Rozdzielnica TOZ zasilana będzie z rozdzielnic głównej RNN1 z pola 3.2.2 kablem YKYżo 5x6mm². Rozdzielnica TOZ ujęta jest w opracowaniu SZE101REW0.

1.12. Instalacja oświetleniowa

Dla oświetlenia pomieszczeń stacji transformatorowej przewidziano oprawy świetlówkowe 2x36W, szczelne IP65 z elektronicznym układem zapłonowym, mocowane do korytek podwieszanych do stropu na wysokości 2,5m.

Obwody z oprawami oświetlenia podstawowego, zasilane będą z tablicy rozdzielczej TPW i zabezpieczone wyłącznikami samoczynnymi.

Na zewnątrz nad drzwiami zaprojektowano oprawy LED 2x1,5W o stopniu szczelności IP65, które zasilone będą z centralnej baterii CB. Również część opraw w pomieszczeniu stacji zasilana będzie z centralnej baterii, która zapewni oświetlenie awaryjne przy zaniku napięcia podstawowego przez okres 1 godz. Oprawy oświetlenia awaryjnego ujęto w opracowaniu 1E101REW0.

Sterowanie oświetleniem ręczne przy pomocy lokalnych wyłączników. Instalacja oświetleniowa wykonana będzie przewodami YDY 1,5 mm² z żyłą ochronną, układanymi w korytkach.

1.13. Instalacja gniazd wtyczkowych

Obwody gniazd wtyczkowych 1-faz.-16A zasilane będą z tablicy rozdzielczej TPW i zabezpieczone wyłącznikami samoczynnymi o charakterystykach „C” oraz dodatkowo wyłącznikami różnicowo-prądowymi o prądach zadziałania 30mA.

Instalacja wykonana będzie przewodami YDYżo 3x2,5mm² układanymi częściowo w korytkach, a częściowo na uchwytych na ścianach. Zastosowany będzie osprzęt w wykonaniu szczelnym – IP44.

1.14. Instalacja siły

W pomieszczeniach stacji zaprojektowano wentylację mechaniczną w celu usunięcia zysków ciepła w okresie letnim. System wyciągowy składał się będzie z 2 wentylatorów wyciągowych WT1 i WT2 o mocach 0,456 kW każdy. Wentylatory zasilane będą z rozdzielnic TPW kablami typu YKYżo 3x2,5mm².

Styki przekaźników sygnalizujących przekroczenie II^o temperatury transformatorów włączone będą w układ wyłączenia odpowiedniego wyłącznika zasilającego sekcję RNN1 lub RNN2 oraz cewek otwierających rozłączniki w rozdzielnicach RSN1 i RSN2. Na elewacji TPW umieszczone będą lampki sygnalizujące obecność napięcia w obwodach zasilania przekaźników zabezpieczeń termicznych transformatorów TR1 i TR2 oraz przekroczenie temperatury I^o i II^o uzwojeń transformatorów TR1 i TR2.

1.15. Instalacja uziemieniowa

W pomieszczeniu rozdzielni RNN umieszczona będzie główna szyna uziemieniowa (GSU) połączona taśmą FeZn 30x4mm z uziemieniem otokowym obiektu.

Do GSU należy przyłączyć taśmą FeZn 25x4mm magistralę uziemieniową w pom. stacji transformatorowej, do której podłączone będą :

- obudowy metalowe rozdzielnic elektrycznych,
- konstrukcje metalowe transformatorów,
- korytka i drabinki kablowe,
- szynoprzewody.

Uziemienia robocze punktów N transformatorów należy połączyć taśmą FeZn 25x4mm (poprzez złącza kontrolne umieszczone w pomieszczeniu transformatorów) z uziemieniem otokowym. Wg warunków przyłączenia wypadkowa rezystancja uziemienia roboczego i ochronnego powinna wynosić $R_{Uz} < 0,8\Omega$.

Rozdzielnice RSN1 i RSN2 uziemione będą bezpośrednio do uziomu otokowego taśmą FeZn 25x4mm poprzez złącza kontrolne umieszczone w pomieszczeniu jw.

1.16. System ochrony od porażeń

Sieć odbiorcza n.n. w stacji transformatorowej wykonana będzie w układzie TN-S. Elementami zabezpieczeń przed porażeniem elektrycznym będą bezpieczniki topikowe oraz wyłączniki samoczynne dobrane tak, aby przy wyliczonych prądach zwarcia zapewniały odłączenie obwodów w czasie nie przekraczającym wartości podanych w normie PN-HD 60634-4-41:2009. Dodatkowym systemem ochrony przed porażeniem będą podłączenia wyrównawcze.

Systemem ochrony od porażeń po stronie SN będzie uziemienie.

1.17. Ochrona p.poż.

Przejścia kabli i przewodów przez ściany oddzieleni pożarowych należy wykonać w przepustach o odporności ogniowej odpowiedniej do odporności ścian.

Główny przeciwpożarowy wyłącznik prądu PWP1, wyłączający obie sekcje rozdzielnic RNN po stronie napięcia 0,4kV umieszczony będzie na zewnętrznej ścianie stacji transformatorowej, przy wejściu do rozdzielni NN. Drugi wyłącznik prądu PWP2 wyłączający zasilacze UPS oraz agregat prądotwórczy umieszczony będzie w pom. ochrony i monitoringu nr 1/03.

Rozdzielnia n.n. wyposażona będzie w sprzęt BHP i p.poż. zgodny z obowiązującymi przepisami.

2. OBLICZENIA

2.1. Obliczenie prądów zwarcia na szynach rozdzielnic 15 kV – RSN-1 i RSN-2 w ob. nr 1

Do obliczeń przyjęto moc zwarcia na szynach rozdzielni 15 kV stacji WN/SN Sołacz i Pogodno – 200 MVA wg warunków przyłączenia.

Przyjęto taką samą moc zwarcia na szynach 15 kV w stacjach MST-1061 i MST-732, z których zasilane będą rozdzielnice RSN-1 i RSN-2.

Impedancja systemu dla strony 15 kV:

$$Z_S = \frac{11 \cdot U_n^2}{S_{ZW}} = \frac{11 \cdot 15^2}{200} = 123 \ \Omega$$

Reaktancja systemu:

$$X_S = 0,995 \cdot Z_S = 0,995 \cdot 123 = 122 \ \Omega$$

Rezystancja systemu:

$$R_S = 0,1 \cdot X_S = 0,1 \cdot 122 = 0,122 \ \Omega$$

Kabel ze stacji MST-732 do rozdzielnicy RSN-2 TUBULAR 3x XRUHAKXS 1x120mm², l=1030m.

Reaktancja kabla:

$$X_K = 0,122 \ \Omega / \text{km} \cdot 1,03 \ \text{km} = 0,126 \ \Omega$$

Rezystancja kabla:

$$R_K = 0,328 \ \Omega / \text{km} \cdot 1,03 \ \text{km} = 0,338 \ \Omega$$

Impedancja całkowita:

$$Z_C = \sqrt{(R_S + R_K)^2 + (X_S + X_K)^2} = \sqrt{(0,122 + 0,338)^2 + (122 + 0,126)^2} = 141 \ \Omega$$

Prąd zwarcia trójfazowego na szynach 15 kV RSN-2:

$$I_p = \frac{11 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_C} = \frac{11 \cdot 15}{\sqrt{3} \cdot 141} = 6,8 \ \text{kA}$$

Udarowy prąd zwarcia na szynach j.w.:

$$i_u = \sqrt{2} \cdot k_u \cdot I_p = \sqrt{2} \cdot 1,6 \cdot 6,8 = 15,4 \ \text{kA}$$

Moc zwarcia na szynach j.w.:

$$S_{ZW} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_p = \sqrt{3} \cdot 15 \cdot 6,8 = 176,7 \ \text{MVA}$$

Prąd zwarcia na szynach rozdzielnicy 15kV – RSN-1 będzie zbliżony do prądu wyliczonego, ponieważ długość kabla z MST-1061 do RSN-1 jest zbliżona do długości kabla z MST-732 do RSN-2, a przekrój taki sam.

2.2. Obliczenie prądu i mocy zwarcia na szynach rozdzielnic 0,4 kV

Transformator TR1 typ GEAFOL 15/0,4kV - P= 630 kVA:

$$\Delta P_{Fe} = 1650 \text{ W} \quad \Delta P_{AL} = 6400 \text{ W} \quad \Delta P_{Al\%} = 1,02\% ; \quad \Delta U_{ZW} = 6\%$$

$$\Delta U_X = \sqrt{\Delta U_{zw}^2 - \Delta P_{Al\%}^2} = \sqrt{6^2 - 1,02^2} = 5,91\%$$

$$X_T = \frac{\Delta U_X \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} = \frac{5,91 \cdot 0,4^2}{100 \cdot 0,63} = 15 \text{ m}\Omega$$

$$R_T = \frac{\Delta P_{Al} \cdot U_n^2}{S_n^2} = \frac{6,4 \cdot 0,4^2}{0,63^2} = 2,58 \text{ m}\Omega$$

Reaktancja systemu przeliczona na stronę 0,4 kV

$$X_s = \frac{1,1 \cdot U_n^2}{S_z} = \frac{1,1 \cdot 0,4^2}{176,7} = 0,996 \text{ m}\Omega$$

$$Z_C = \sqrt{R_T^2 + (X_s + X_T)^2} = \sqrt{(2,58^2 + (0,996 + 15)^2)} = 16,2 \text{ m}\Omega$$

Prąd zwarcia trójfazowego na szynach rozd. 0,4 kV – RNN1

$$J_p = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_C} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 16,2} = 15,7 \text{ kA}$$

Udarowy prąd zwarcia

$$i_u = \sqrt{2} \cdot k_u \cdot J_p = \sqrt{2} \cdot 1,7 \cdot 15,7 = 37,75 \text{ kA}$$

Moc zwarcia

$$S_{zw0,4} = \sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 15,7 = 10,88 \text{ MVA}$$

2.3. Sprawdzenie skuteczności ochrony od porażeń obwodu do rozdzielnic TPW przy zasilaniu z generatora o mocy 570kVA

1/ reaktancja zwarciorowa generatora (na jego zaciskach)

$$X_{K1G} = 0,33 \cdot \frac{U_{nG}^2}{S_{nG}} = 0,33 \cdot \frac{400^2}{570} = 92,7 \text{ m}\Omega = 0,0927 \Omega$$

2/ rezystancja zwarciorowa generatora (na jego zaciskach)

$$R_{K1G} = 0,03 \cdot X_{K1G} = 0,03 \cdot 0,0927 = 0,0028 \Omega$$

3/ impedancja obwodu zwarciorowego

$$Z = \sqrt{(R_{K1G} + R_{L1} + R_{L2})^2 + (X_{K1G} + X_{L1} + X_{L2})^2}$$

- kabel z generatora do RNN1 – 4x(3xXKXS 1x240) mm² ; l = 80m

$$X_{L1} = 0,0021 \Omega$$

$$R_{L1} = 0,0020 \Omega$$

- kabel z RNN1 do rozdzielnic TPW – YKYżo 5x16 mm² ; l = 15m : J_{bezp.} = 63A

$$X_{L2} = 0,0014 \Omega$$

$$R_{L2} = 0,0173 \Omega$$

$$Z = \sqrt{(0,0221)^2 + (0,0962)^2} = 0,0987 \Omega$$

4/ prąd zwarcia 1-fazowego na szynach rozd. TPW

$$J_{zw} = \frac{U_n}{Z_C} = \frac{230}{0,0987} = 2,33 \text{ kA} > J_{wył} = 0,338 \text{ kA}$$

2.4. Bilans mocy transformatora TR-1

L.p.	Nazwa odbioru	Pz /kW	kz	Po/kW	cosφ	tgφ	Qo /kVAr
1	Oświetlenie zewnętrzne	3,0	1,00	3,0	0,90	0,48	1,44
2	UPS-A/B (technologia, gniazda komputerowe, dźwig)	120	0,70	84,0	0,99 *)	0,14	11,76
3	UPS-W (agregaty chłodnicze, siła awaryjna)	200	0,70	140,0	0,99 *)	0,14	19,60
4	Budynek techniczny	32,0	0,93	29,8	0,85	0,62	18,45
5	Wentylacja	5,2	0,80	4,2	0,80	0,75	3,12
6	Rozdzielnica TPW	7,6	0,70	5,3	0,85	0,62	3,30
7	Hydrofornia	56,8	0,18	10,2	0,90	0,48	4,91
8	Rezerwa	25	0,80	20,0	0,90	0,48	9,60
	O G Ó Ł E M	449,60		296,46	0,87	0,46	72,18

Uwaga: *) - $\cos\varphi=0,99$ przyjęto dla UPS firmy CES Sp. z o.o.

Dobór transformatora

Współczynniki $k_{jn}= 0,90$

Współczynniki $k_{jnb}= 0,967$

$Psz=Po \times k_{jn}= 296,464 \times 0,9 = 266,82 \text{ kW}$
 $72,17712 \times 0,967$

$Qsz=Qo \times k_{jnb}= = 69,80 \text{ kvar}$

$Ssz= 275,80 \text{ kVA}$

$\cos\phi_{sz}= 0,967$

Wymagany $\cos\phi= 0,970$

$(\text{tg}\phi_1-\text{tg}\phi_2)= 0,01$

Dobór baterii kondensatorów

$Q_{bat}=Psz \times (\text{tg}\phi_1-\text{tg}\phi_2)= 2,92 \text{ kvar}$

Dobrano baterię kondensatorów 10,00 kvar

Po skompensowaniu $Q_{sk}= 59,80 \text{ kvar}$

Moc pozorna $S_{sk}= 273,44 \text{ kVA}$

Dobrano transformator 630 kVA 630,00 kVA

Stopień wyk. transf. 43,40 %

2.5. Bilans mocy transformatora TR-2

L.p.	Nazwa odbioru	Pz /kW	kz	Po/kW	cosφ	tgφ	Qo /kVAr
1	Oświetlenie	21,7	1,00	21,7	0,90	0,48	10,42
2	Gniazda wtyczkowe ogólne	211,0	0,20	42,2	0,85	0,62	26,16
3	Siła - wentylacja	184,0	0,68	125,9	0,80	0,75	94,39
4	Rezerwa	25	0,80	20,0	0,90	0,48	9,60
	O G Ó Ł E M	441,70		209,76	0,86	0,58	140,57

Dobór transformatoraWspółczynniki $k_{jn} = 0,90$ Współczynniki $k_{jnb} = 0,967$ $P_{sz} = P_o \times k_{jn} = 209,756 \times 0,9 = 188,78 \text{ kW}$ $Q_{sz} = Q_o \times k_{jnb} = 140,572 \times 0,967 = 135,93 \text{ kvar}$ $S_{sz} = 232,63 \text{ kVA}$ $\cos\phi_{sz} = 0,812$ Wymagany $\cos\phi = 0,930$ $(\text{tg}\phi_1 - \text{tg}\phi_2) = 0,32$ **Dobór baterii kondensatorów** $Q_{bat} = P_{sz} \times (\text{tg}\phi_1 - \text{tg}\phi_2) = 61,32 \text{ kvar}$

Dobrano baterię kondensatorów 80,00 kvar

Po skompensowaniu $Q_{sk} = 55,93 \text{ kvar}$ Moc pozorna $S_{sk} = 196,89 \text{ kVA}$

Dobrano transformator 630 kVA 630,00 kVA

Stopień wyk. transf. 31,25 %