

A. CZĘŚĆ OPISOWA.....	4
1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	4
2. PODSTAWA OPRACOWANIA.....	4
3. Kontenerowa stacja transformatorowa	5
3.1. Budowa stacji	5
3.2. Posadowienie i uziemienie stacji transformatorowej.....	6
3.3. Dane technologiczne:	6
3.4. Dane techniczno-materiałowe:	7
3.5. Klasyfikacja pożarowa obiektu	7
3.6. Rozdzielnica średniego napięcia.....	7
3.7. Rozdzielnica niskiego napięcia	7
3.8. Komora transformatora	8
3.9. Uziemienie stacji.....	8
3.10. Ochrona przed przepięciami	8
3.11. Sprzęt ochronny i p. pożarowy	9
3.12. Obsługa stacji	9
4. OBLICZENIA TECHNICZNE.....	9
4.1. Dobór kabla zasilającego stację	9
4.2. Obliczenia zwarciove	9
4.3. Dobór przekładników prądowych	13
4.4. Dobór przekładników napięciowych	14
5. UWAGI KOŃCOWE	15
B. CZĘŚĆ RYSUNKOWA	16

CZĘŚĆ GRAFICZNA:

Projekt wykonawczy

Rys. PW-E-ELE-01 – Schemat stacji transformatorowej	-----
Rys. PW-E-ELE-02 – Stacja transformatorowa rzut	1:25
Rys. PW-E-ELE-03 – Stacja transformatorowa elewacje	1:25
Rys. PW-E-ELE-04 – Schemat układu pomiarowego	-----

A. CZĘŚĆ OPISOWA

INWESTOR: Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej Ministerstwa
Spraw Wewnętrznych i Administracji w Kielcach
ul. Wojska Polskiego 51
25 – 375 Kielce

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy instalacji elektrycznych dla budynku stacji transformatorowej przy ul. Wojska Polskiego w Kielcach.

Budowa budynku stacji transformatorowej będzie wykonywana w ramach inwestycji: BUDOWA BUDYNKU SZPITALA (W TYM M.IN: BLOK OPERACYJNY I ODDZIAŁY SZPITALNE), ROZBUDOWA I PRZEBUDOWA ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU POLIKLINIKI SAMODZIELNEGO PUBLICZNEGO ZAKŁADU OPIEKI ZDROWOTNEJ MSWiA WRAZ Z ŁĄCZNIKIEM ORAZ BUDOWA KONTENEROWEJ STACJI TRANSFORMATOROWEJ O NAPIĘCIU ZNAMIONOWYM DO 110 kV, PŁYTY FUNDAMENTOWEJ POD ZBIORNIK NA TLEN, GARAŻU DLA KARETEK I MIN. 50 MIEJSC POSTOJOWYCH, NA DZIAŁKACH NR 101/3, 101/10, 101/12, 101/30, 101/41, 101/42, 101/45, 101/70, 101/73, 101/75, obręb 0024 PRZY UL. WOJSKA POLSKIEGO W KIELCACH.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Umowa z inwestorem
- Specyfikacja istotnych warunków zamówienia na opracowanie projektu budowlanego pt.
- Decyzja o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego
- Wytyczne programowe działalności określone przez Inwestora
- Koncepcja architektoniczno-budowlana
- Uzgodnienia z rzeczoznawcą ds. sanitarno-higienicznych, p.poż. i bhp
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. z 2003 r. Nr 169, poz. 1650 z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 ze zm.),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21.04.2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 80, poz. 563),
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 26.06.2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu wykonującego działalność leczniczą. (Dz. U. poz. 739),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23.06.2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. Nr 120, poz. 1126),

- Normy zgodnie z wykazem dołączonym do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 ze zm.)
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20.12.2012 r. w sprawie standardów postępowania medycznego w dziedzinie anestezjologii i intensywnej terapii dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą (Dz. U. poz. 15 z 7 stycznia 2013r.),
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18.06.2010 r. w sprawie centrum urazowego (Dz. U Nr 118. poz. 803),.
- Przepisy techniczno-budowlane i obowiązujące Polskie Normy
- Ustalenia z inwestorem.

3. Kontenerowa stacja transformatorowa

3.1. Budowa stacji

Do zasilania obiektu dobrano stację transformatorową o mocy 2x630kVA 15/0,4 kV Stacja jest modułową prefabrykowaną konstrukcją składającą się z następujących elementów:

- Obudowa betonowa stacji wraz z komorami transformatorów i pomieszczeniem rozdzielnic SN i NN
- fundament betonowy prefabrykowany – kablownia
- dach betonowy prefabrykowany

Podłoga w stacji jest betonowa z otworami technologicznymi (umieszczonymi pod rozdzielnicą SN, NN oraz w komorach transformatorowych) na wprowadzenie kabli. W korytarzach obsługi stacji znajdują się włązy do podziemnej części stanowiącej jednocześnie fundament i kanał kablowy.

Kable SN i NN z zewnątrz wprowadzone są przez otwory przepustowe umieszczone w części fundamentowej.

Stacja posiada drzwi wejściowe do korytarza obsługi rozdzielnicy SN, rozdzielnicy NN oraz drzwi do komór transformatorowych. W ścianach przednich oraz drzwiach komór transformatorowych oraz drzwiach korytarza obsługi rozdzielnic SN i NN stacji znajdują się otwory wentylacyjne z żaluzjami zapewniające odpowiednie chłodzenie transformatorów. Dodatkowo w dachu stacji zamontowano wentylatory wyciągowe a w drzwiach komór transformatorów wentylatory nawiewne wspomagające wymianę powietrza.

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

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

Masa i gabaryty stacji:

Długość [mm]	7160
Szerokość [mm]	2660
Wysokość [mm]:	
bez dachu (brył głównych)	2350
z dachem betonowym (od pow. gruntu)	~2580

Powierzchnia zabudowy:	19,04 m ²
Kubatura zabudowy:	49,13 m ³

3.2. Posadowienie i uziemienie stacji transformatorowej

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

Pod fundamentem należy wykonać podsypkę piaskowo-żwirową o docelowej grubości minimum 20 cm (stan po zagęszczeniu) a następnie wylać żelbetową płytę stabilizacyjną. Grubość „poduszki” piaskowo-żwirowej musi być dostosowana do lokalnych warunków gruntowo-wodnych i lokalnej strefy przemarzania.

Zastosowanie płyty stabilizacyjnej zapobiega klawiszowaniu i nierównomiernemu osiadaniu pojedynczych stacji. Zalecana minimalna grubość płyty żelbetowej 20cm, beton klasy C16/20 (dawniej B20), minimalne zbrojenie siatkami górą i dołem z prętów żebrowanych góra/dół Ø10/Ø12mm w rozstawie maks. 25cm, ze stali AIIIIN (np. RB 500W, 20G2VY-b – stal spajana), zbrojenie górne i dolne przesunięte względem siebie o połowę oczka siatki.

Faktyczna i docelowa grubość płyty stabilizacyjnej i zastosowane zbrojenie winny być zweryfikowane obliczeniami konstrukcyjnymi, z uwzględnieniem nośności gruntu w miejscu posadowienia, uwzględniając ciężar kompletnej stacji z wyposażeniem.

Stacje należy posadzić dopiero po odbiorze technicznym płyty stabilizacyjnej i przygotowanego podłoża w poziomie posadowienia, potwierdzonych protokołem odbiorowym.

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

Na tak przygotowane fundamenty należy równo ustawić poszczególne bryły główne stacji wg określonej kolejności. Poszczególne moduły stacji należy skrócić ze sobą przy użyciu śrub montażowych M20. Kolejnym etapem jest posadowienie na bryłach głównych elementów dachu, założenie obróbek blacharskich i maskownic na łączeniu stacji.

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

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

3.3. Dane technologiczne:

- Oświetlenie – sztuczne.

- Wentylacja grawitacyjna + wentylatory.
- Otwory wlotowe i wylotowe żaluzyjne umieszczone w ścianie tylnej, bocznych oraz w drzwiach.
- Instalacja uziemiająca.

3.4. Dane techniczno-materiałowe:

- Ściany - beton zbrojony wirowany klasy C30/37:
- wszystkie ściany grubości 120mm, ściana tylna i boczne REI 120,
- fundament - beton zbrojony wibrowany klasy C30/37 o grubości ścianki 100÷120 mm,
- dach płaski betonowy REI 120,
- stolarka drzwiowa i żaluzje – aluminiowe lakierowane wg palety RAL.

3.5. Klasyfikacja pożarowa obiektu

Zgodnie z Polską Normą PN-EN 62271-202:2010 [2], materiały użyte w konstrukcji stacji transformatorowej prefabrykowanej powinny posiadać minimalny poziom odporności na ogień pojawiający się wewnątrz lub na zewnątrz stacji. W wytrzymałości ogniowej uwzględniana jest tylko reakcja na ogień. Dopuszcza się rozważanie odporności na ogień, według lokalnych przepisów, co jest przedmiotem między wytwórcą i użytkownikiem.

Dla projektowanej stacji gęstość obciążenia ogniowego Q_d wynosi:

- dla transformatora suchego <500 MJ/m²

- dla transformatora olejowego <2000 MJ/m²

Materiały tradycyjne używane do konstrukcji obudów stacji transformatorowych które uważane są za niepalne: beton, metal(stal, aluminium, itp.), tynk, wata szklana lub wełna mineralna. Materiały z których jest zbudowana stacja transformatorowa nierozprzestrzeniają ognia. Elementy obudowy posiadają klasę odporności ogniowej odpowiednio do ich klasy odporności pożarowej i nierozprzestrzeniają ognia- ściana tylna, boczne i dach – REI 120.

3.6. Rozdzielnica średniego napięcia

W stacji zastosowano rozdzielnicę SN typu Rotoblok 17,5kV o konfiguracji: 4 x pole liniowe (RL1), 2 x pole transformatorowe (VCB). Rozdzielnica stanowi niezależny element stacji. Połączenie rozdzielnic z transformatorem wykonano kablem 3xYHAKXS (1x120 mm²/12 kV). Dane techniczne rozdzielnic SN potwierdzone zostały Certyfikatem Instytutu Elektrotechniki Nr DN/183/2013, DN/204/2013.

3.7. Rozdzielnica niskiego napięcia

W projektowanej stacji zastosowano rozdzielnicę niskiego napięcia typu RN-W produkcji która jest wyposażona w rozłączniki główne typu 1250A, oraz odpływy w otwarciu o rozłączniki bezpiecznikowe do 400A oraz wyłączniki kompaktowe do 1000A.

Połączenie rozdzielnic z transformatorem wykonano szyną. Rozdzielnica przystosowana jest do pracy w układzie Tc. Dane techniczne rozdzielnic NN typu

RN-W potwierdzone zostały Certyfikatem Instytutu Elektrotechniki Nr DN/095-1/2013.

3.8. Komora transformatora

W stacji przewiduje się montaż dwóch transformatorów żywicznych w wykonaniu fabrycznym bez dodatkowych elementów o mocy 630 kVA. Transformator jest wstawiany od góry przed posadowieniem dachu i ustawiony na szynach jezdnych i zabezpieczony przed przesuwaniem poprzez zablokowanie kół blokadami.

3.9. Uziemienie stacji.

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

W stacji do głównej magistrali podłączono:

- Rozdzielnicę SN bednarką Fe/Zn 30x4 [mm],
- Rozdzielnicę NN bednarką Fe/Zn 30x4 [mm],
- Obudowa transformatora linką LgY 70 mm²
- Dach stacji w dwóch punktach – linką LgY 70 mm²,
- Bryła główna, kablownia w dwóch punktach – bednarką Fe/Zn 30x4 [mm],
- Futryny, drzwi, obróbki LgY 16 mm²,
- Włazy - LgY 70 mm².

Do głównej magistrali należy dołączyć przez zaciski kontrolne dwuśrubowe cztery wyprowadzenia uziemienia zewnętrznego doprowadzonego do magistrali przez otwory technologiczne umieszczone w fundamencie. Wyprowadzenie N z transformatorów należy dołączyć do osobnego wyprowadzenia uziemienia zewnętrznego.

Po połączeniu uziomu z instalacją uziemiającą stacji należy wykonać pomiar rezystancji uziemienia. Na zewnątrz stacji należy wykonać uziom otokowy. Uziom otokowy stacji należy połączyć z uziomem fundamentowym budynku szpitala.

Obliczenie rezystancji uziomu:

Zgodnie z wydanymi warunkami technicznymi przyjęto następujące wielkości do wykonania obliczeń:

prąd zwarcia doziemnego (SN) $I_{zd} = 130A$, $t_{zd} = 4 s$,

Wyznaczenie rezystancji uziemienia ochronnego projektowanych urządzeń SN:

dla czasu trwania zwarcia $t_{zd} = 4 s$ dopuszczalna wartość napięcia rażeniowego dotykowego wynosi ok. $U_{Tp} = 82V$ w związku z tym dopuszczalna wartość rezystancji uziemienia wyniesie:

$$R_{uSN} = U_{Tp}/I''_k = 82/130 = 0,63 \Omega$$

Maksymalna wartość uziemienia ochronnego dla budowanych urządzeń SN wynosi:

$$R_{uSN} = 0,63 \Omega.$$

3.10. Ochrona przed przepięciami

Budynek stacji nie będzie chroniony od bezpośrednich wyładowań atmosferycznych.

Stacja przewidziana jest do pracy w sieci wyłącznie kablowej i w większości przypadków nie jest wymagana ochrona przepięciowa urządzeń elektroenergetycznych. Jeżeli jednak kable SN, wychodzące ze stacji powiązane będą z siecią napowietrzną, wtedy należy zastosować wariant rozdzielnic SN z ogranicznikami przepięć.

3.11. Sprzęt ochronny i p. pożarowy

Stację wyposażono w podstawowy zestaw sprzętu BHP.

3.12. Obsługa stacji

Obsługa urządzeń rozdzielni średniego i niskiego napięcia odbywać się będzie wewnątrz budynku z korytarza obsługi rozdzielnic SN i NN. W drzwiach do komory transformatora zastosowano drewniane barierki ochronne.

4. OBLICZENIA TECHNICZNE

4.1. Dobór kabla zasilającego stację

Moc przyłączeniowa znamionowa 550kW

Napięcie znamionowe sieci 15kV

- Prąd znamionowy transformatora po stronie 15kV wynosi:

$$I_n = \frac{P_z}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{550}{1,73 \cdot 15 \cdot 0,93} = 22,8A$$

Dla przyłącza podstawowego ze stacji "Poliklnika" dorano kabel: 3xXRUHAKXS 1x120/50mm² 12/20kV

Dla przyłącza rezerwowego ze stacji "Poliklnika" dorano kabel: 3xXRUHAKXS 1x120/50mm² 12/20kV

Poddany weryfikacji tor prądowy to jeden kabel na każdą z trzech faz 3xXRUHAKXS 1x120mm² 12/20kV o obciążalności prądowej długotrwałej 237A.

Sprawdzenie na dopuszczalną długotrwałą obciążalność prądową:

$$I_{ddp} \geq I_k \quad 306A > 22,8A$$

4.2. Obliczenia zwarciove

Dane sieci zasilającej:

Prąd zwarcia na szynach GPZ Południe wynosi 5,8kA przy czasie trwania zwarcia 1,5s

X_s – obliczona na podstawie prądu zwarciovego reaktancja zastępcza systemu elektroenergetycznego

$$X_s = 1,1 \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot I_z} = 1,1 \cdot \frac{15}{1,73 \cdot 5,8} = 1,64\Omega$$

gdzie :

I_z – prąd zwarcia trójfazowego na szynach GPZ

I. Tor zasilający linia od GPZ Południe do st. Poliklinika

$L_1 = 0,321\text{km} + 0,531\text{km} = 0,852\text{km}$ przekrój kabla 120mm² relacja GPZ Południe-St.Wietrznia-St.Poliklinika

$$X_1 = X_1' \cdot L_1 = 0,197 \cdot 0,852 = 0,167 \Omega$$

$$R_1 = R_1' \cdot L_1 = 0,253 \cdot 0,852 = 0,2115 \Omega$$

Gdzie:

X_1' = reaktancja kilometryczna 0,197Ω/km

R_1' = rezystancja kilometryczna 0,253Ω/km

Kabel projektowany relacji Stacja Poliklinika- Stacja Szpital MSWiA

$L_{w1} = 77\text{m}$ przekrój 120mm²

$$X_{w1} = X_{w1}' \cdot L_{w1} = 0,197 \cdot 0,077 = 0,015 \Omega$$

$$R_{w1} = R_{w1}' \cdot L_{w1} = 0,253 \cdot 0,077 = 0,019 \Omega$$

Całkowita X i R toru kabla pierwszego:

$$X_{k1} = X_1 + X_{w1} = 0,167 + 0,015 = 0,168 \Omega$$

$$R_{k1} = R_1 + R_{w1} = 0,2115 + 0,019 = 0,23 \Omega$$

II. Tor zasilający linia od GPZ Południe do st. Prosta 3

$L_2 = 0,766\text{km} + 0,435\text{km} = 1,2\text{km}$ przekrój kabla 120mm² relacja GPZ Południe-St.Pompy6-St.Dyminy

$$X_2 = X_2' \cdot L_2 = 0,197 \cdot 1,2 = 0,236 \Omega$$

$$R_2 = R_2' \cdot L_2 = 0,253 \cdot 1,2 = 0,303 \Omega$$

Gdzie:

X_2' = reaktancja kilometryczna 0,197Ω/km

R_2' = rezystancja kilometryczna 0,253Ω/km

$L_3 = 0,8\text{km}$ przekrój kabla 50mm² relacja St.Dyminy-St.Prosta 6

$$X_3 = X_3' \cdot L_3 = 0,223 \cdot 0,8 = 0,178 \Omega$$

$$R_3 = R_3' \cdot L_3 = 0,641 \cdot 0,8 = 0,513 \Omega$$

Gdzie:

X_3' = reaktancja kilometryczna $0,223 \Omega/\text{km}$

R_3' = rezystancja kilometryczna $0,641 \Omega/\text{km}$

Kabel projektowany relacji Stacja Prosta 6- Stacja Szpital MSWiA

$L_{w2}=495\text{m}$ przekrój 120mm^2

$$X_{w2} = X_{w1}' \cdot L_{w2} = 0,197 \cdot 0,495 = 0,097 \Omega$$

$$R_{w2} = R_{w1}' \cdot L_{w2} = 0,253 \cdot 0,495 = 0,125 \Omega$$

Całkowita X i R toru kabla drugiego:

$$X_{k2} = X_2 + X_3 + X_{w2} = 0,236 + 0,178 + 0,097 = 0,511 \Omega$$

$$R_{k2} = R_2 + R_3 + R_{w2} = 0,303 + 0,513 + 0,125 = 0,941 \Omega$$

I_k - spodziewany początkowy prąd zwarcia trójfazowego na szynach SN przed transformatorami (zasilanie I)

$$I_K = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(X_s + X_{k1})^2 + R_{k1}^2}} \quad I_k = \frac{1,1 \cdot 15}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(1,64 + 0,168)^2 + 0,23^2}} = 5,23 \text{ kA}$$

$$\text{tg} \varphi_{kQ} = \frac{X_s + X_{k1}}{R_{k1}} = \frac{1,64 + 0,168}{0,23} = 7,86$$

$$T = \frac{\text{tg} \varphi_{kQ}}{\omega} = \frac{7,86}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 25 \text{ ms}$$

χ – współczynnik udaru

$$\chi = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{R_{t1}}{X_s + X_{k1}}} = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{0,23}{1,64 + 0,168}} = 1,02 + 0,98 \cdot 0,68 = 1,68$$

i_u – prąd udarowy

$$i_u = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I_K = 1,68 \cdot \sqrt{2} \cdot 5,23 = 12,38 \text{ kA}$$

Prąd cieplny zastępczy jednosekundowy:

$T_k=1,5\text{s}$ – czas trwania zwarcia

$$m = \frac{T}{T_k} \cdot (1 - e^{-\frac{2 \cdot T_k}{T}}) = \frac{0,025}{1,5} \cdot (1 - e^{-\frac{2}{0,025}}) = 0,016$$

$$I_{th} = I_K \cdot \sqrt{1 \pm m} = 5,23 \cdot \sqrt{1 + 0,016} \approx 5,63 \text{ kA}$$

Dla założonego przekroju kabla XRUHAKxS 3x1x120mm² oraz żyły powrotnej 50mm² wg danych katalogowych kabla wytrzymałość zwarciova wynosi:

Prąd zwarciovy jednosekundowy dla żyły roboczej 120mm² $I_{thk}=11,3kA$
 Prąd zwarciovy jednosekundowy dla żyły powrotnej $I_{thk}=10kA$

$I_{th} \leq I_{thk}$ Warunek spełniony dla obu żył

I_K - spodziewany początkowy prąd zwarcia trójfazowego na szynach SN przed transformatorami (zasilanie II)

$$I_K = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(X_s + X_{k2})^2 + R_{k2}^2}} \quad I_k = \frac{1,1 \cdot 15}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(1,64 + 0,511)^2 + 0,941^2}} = 4,06kA$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{kQ} = \frac{X_s + X_{k2}}{R_{k2}} = \frac{1,64 + 0,511}{0,941} = 2,28$$

$$T = \frac{\operatorname{tg} \varphi_{kQ}}{\omega} = \frac{2,28}{2 \cdot \pi \cdot 50} = 7,3ms$$

χ – współczynnik udaru

$$\chi = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{R_{k2}}{X_s + X_{k2}}} = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{0,94}{1,64 + 0,51}} = 1,02 + 0,98 \cdot 0,27 = 1,28$$

i_u – prąd udarowy

$$i_u = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I_K = 1,28 \cdot \sqrt{2} \cdot 4,06 = 7,33kA$$

Prąd cieplny zastępczy jednosekundowy:

$T_k=1,5s$ – czas trwania zwarcia

$$m = \frac{T}{T_k} \cdot (1 - e^{-\frac{2 \cdot T_k}{T}}) = \frac{0,007}{1,5} \cdot (1 - e^{-\frac{3}{0,007}}) = 0,0046$$

$$I_{th} = I_K \cdot \sqrt{1 \pm m} = 4,06 \cdot \sqrt{1 + 0,0046} \approx 4,07kA$$

Dla założonego przekroju kabla XRUHAKxS 3x1x120mm² oraz żyły powrotnej 50mm² wg danych katalogowych kabla wytrzymałość zwarciova wynosi:

Prąd zwarciovy jednosekundowy dla żyły roboczej 120mm² $I_{thk}=11,3kA$
 Prąd zwarciovy jednosekundowy dla żyły powrotnej $I_{thk}=10kA$

$I_{th} \leq I_{thk}$ Warunek spełniony dla obu żył

Spodziewany prąd zwarciovy po stronie nn 0,4kV $I_{p0,4}$

Rezystancja transformatora po stronie NN 0,4 kV dla transformatora 630kVA
 $\Delta P_{cu}=4,6kW$, $U_z\%=6\%$, $\Delta P_o=0,6kW$:

$$R_{t0,4} = \frac{\Delta P_{cu} \cdot U_n^2}{S_n^2} = \frac{4600 \cdot 0,4^2}{630^2} = 0,0018\Omega$$

Napięcie rozproszenia transformatora:

$$U_{X\%} = \sqrt{\Delta U_Z^2 \% - \Delta P_{Cu}^2 \%} = \sqrt{6^2 - 0,73^2} = 5,95\%$$

Gdzie: $\Delta P_{Cu} \% = \frac{\Delta P_{Cu}}{S_t} \cdot 100 = \frac{4,6}{630} \cdot 100 = 0,73\%$

Reaktancja transformatora po stronie nn 0,4kV:

$$X_{t0,4} = \frac{\Delta U_{X\%} \cdot U_N^2}{S_n \cdot 100} = \frac{5,95 \cdot 0,4^2}{0,63 \cdot 100} = 0,015 \Omega$$

Reaktancja zastępcza systemu elektroenergetycznego po stronie NN 0,4kV:

$$X_{s0,4} = X_s \cdot g^2 = 1,64 \cdot \frac{0,4^2}{15^2} = 0,0011 \Omega$$

Reaktancja linii kablowej SN przeliczona na stronę nn (Tor I zasilanie podstawowe)

$$X_{k10,4} = X_{k1} \cdot g^2 = 0,168 \cdot \frac{0,4^2}{15^2} = 0,00012 \Omega$$

Reaktancja linii kablowej SN przeliczona na stronę nn (Tor II zasilanie rezerwowe)

$$X_{k20,4} = X_{k2} \cdot g^2 = 0,511 \cdot \frac{0,4^2}{15^2} = 0,00036 \Omega$$

Rezystancja linii kablowej SN przeliczona na stronę nn (Tor I zasilanie podstawowe)

$$R_{k10,4} = R_{k1} \cdot g^2 = 0,23 \cdot \frac{0,4^2}{15^2} = 0,00016 \Omega$$

Rezystancja linii kablowej SN przeliczona na stronę nn (Tor II zasilanie rezerwowe)

$$R_{k20,4} = R_{k2} \cdot g^2 = 0,941 \cdot \frac{0,4^2}{15^2} = 0,00067 \Omega$$

Spodziewany prąd zwarcia po stronie nn (Tor I zasilanie podstawowe):

$$I_{p0,4} = 1,1 \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(X_{s0,4} + X_{t0,4} + X_{k10,4})^2 + (R_{t0,4} + R_{k10,4})^2}} =$$

$$= 1,1 \cdot \frac{400}{1,73 \cdot \sqrt{(0,00116 + 0,015 + 0,00012)^2 + (0,00016 + 0,00042)^2}} = 15,61 \text{ kA}$$

Spodziewany prąd zwarcia po stronie nn (Tor II zasilanie rezerwowe):

$$I_{p0,4} = 1,1 \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(X_{s0,4} + X_{t0,4} + X_{k20,4})^2 + (R_{t0,4} + R_{k20,4})^2}} =$$

$$= 1,1 \cdot \frac{400}{1,73 \cdot \sqrt{(0,00116 + 0,015 + 0,00036)^2 + (0,00016 + 0,00067)^2}} = 15,37 \text{ kA}$$

4.3. Dobór przekładników prądowych

Dobrano przekładniki

25/5 A ; 5VA/0,2/FS 5

I_{thn} = 6,3kA I_{dyn} = 16 kA ;

Sprawdzenie doboru przekładników:

Dla mocy maksymalnej przyłącza (550kW):

Znamionowy prąd pierwotny:

$$I_n = \frac{P_z}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{550}{1,73 \cdot 15 \cdot 0,93} = 22,8 A$$

1'- warunek : $0,05 I_{1N} \leq I_{obl.} \leq 1,2 I_{1N}$ $1,25 A < 22,8 A < 30 A$ – warunek spełniony

Minimalna możliwa moc zamówiona dla dobranych przekładników:

$$I_{obl\ min} = 0,05 \cdot I_{1N} = 1,25 A$$

$$P_{obl\ min} = I_{obl\ min} \cdot \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi = 1,25 \cdot \sqrt{3} \cdot 15 kV \cdot 0,93 = 30 kW$$

2- warunek : $I_{thn} > I_{th}$ $6,3 kA > 5,63 kA$ - warunek spełniony

3- warunek : $I_{dyn} > i_u$ $16 kA > 12,38 kA$ – warunek spełniony

4- warunek : $S_{zn} > S'_c$

$S_e = 0,125 VA$ – licznik elektroniczny ZMD405 (moc jednej fazy $0,125 VA / 3 = 0,041 VA$)

$$S_p = \frac{I^2 \cdot 2 \cdot l}{\gamma \cdot S} = \frac{25 \cdot 2 \cdot 6,5}{54 \cdot 2,5} = 2,4 VA$$

$S_p = 2,4 VA$ – moc tracona na przewodzie LY2,5mm² o dł. 2x6,5m

$S_z = 1,25$ – moc tracona na zaciskach (dla rozd. wewnętrznej)

$$S_s = 0,041 VA + 2,4 VA + 1,25 VA$$

$$S_s = 3,69 VA$$

$5 VA > 3,69 VA$ – warunek spełniony .

warunek : $0,2 S_n \leq S_s \leq S_n$ $1,25 VA < 3,69 VA < 5 VA$ – warunek spełniony

4.4. Dobór przekładników napięciowych

Dobrano przekładniki:

15 000:√3 /100 :√3 kl.0,2 legalizowane ; $S_n = 5 VA$

obciążenie przekładnika :

$$0,25 S_N < S_o < S_N [VA]$$

$S_{RL} = 0,43 VA$; licznik: ZMD405

$S_{CU-P42} = 1,8 VA$; moduł CU-P42

$S_{CU-B2} = 0,4 VA$; moduł CU-B2

$$S_o = 2,63 VA$$

$1,25 VA < 2,63 VA < 5 VA$ – warunek spełniony

spadek napięcia - $\Delta U\% \leq 0,2\%$

$$\Delta u_{dop\%} \leq 0,2\%$$

$$\Delta u_{dop\%} \leq \frac{2 \cdot S_o \cdot l}{\gamma_{Cu} \cdot S \cdot U_{nM}^2 \cdot \cos\varphi} \cdot 100\% = \frac{2 \cdot 2,63 \cdot 6,5}{54 \cdot 1,5 \cdot 100^2 \cdot 0,93} \cdot 100 = 0,0002\%$$

$\Delta U\%$ - na przewodzie LY1,5mm² o dł. 6,5m

$\Delta U\% = 0,008\% < 0,2\%$ - warunek spełniony

5. UWAGI KOŃCOWE

- Niniejszy projekt instalacji elektrycznych wewnętrznych jest integralną częścią pełnobrańowego projektu budowlanego.
- Specyfikacje i opisy uwzględniają standard minimalny dla materiałów i instalacji niezbędny do właściwego funkcjonowania projektowanego budynku. Wykonawca może zaproponować alternatywne rozwiązania pod warunkiem zachowania minimalnego wymaganego standardu.
- Wszystkie proponowane przez wykonawcę rozwiązania będą przedłożone inwestorowi do ostatecznej akceptacji.
- Wszystkie elementy ujęte w opisie a nie ujęte na rysunkach lub ujęte na rysunkach a nie ujęte w specyfikacji (opisie) winne być traktowane tak jakby były ujęte w obu. W przypadku rozbieżności w jakimkolwiek z elementów dokumentacji, należy zgłosić je projektantowi, który zobowiązany będzie do pisemnego rozstrzygnięcia problemu.
- Wszystkie wykonywane prace oraz proponowane materiały winny odpowiadać polskim normom, posiadać niezbędne atesty i spełniać obowiązujące przepisy.

Projektował:
mgr inż. Tomasz Warzycki

B. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

