SPIS TREŚCI

1. Zakres i podstawa opracowania

1.1. ZAKRES OPRACOWANIA

1.2. PODSTAWA OPRACOWANIA

2. Opis techniczny

2.1. PRZYŁĄCZE DO OBIEKTU W CZĘŚCI SN-15 KV

2.2. SPOSÓB UKŁADANIA KABLI SN-15 KV

2.3. STACJA TRANSFORMATOROWA 15/0,4 KV

2.4. UKŁAD POMIAROWO-ROZLICZENIOWY ENERGII ELEKTRYCZNEJ

2.5. OCHRONA OD PORAŻEŃ

2.6. UWAGI KOŃCOWE

3. Obliczenia

3.1. PRĄDY OBCIĄŻENIOWE

3.2. DOBÓR PRZEKŁADNIKÓW PRĄDOWYCH DO UKŁADU POMIAROWEGO

3.3. DOBÓR PRZEKŁADNIKÓW NAPIĘCIOWYCH DO UKŁADU POMIAROWEGO

3.4. SPRAWDZENIE SPADKU NAPIĘCIA NA OBWODZIE NAPIĘCIOWYM LICZNIKA

3.5. STRATY NA PRZYŁĄCZU SN

3.6. STRATY NA PRZYŁĄCZU NN

3.7. OBLICZENIA ZWARCIOWE

3.8. DOBÓR PRZEKROJU KONSUMENTOWEJ LINII KABLOWEJ SN

4. Zestawienie materiałów

4.1. LINIA KABLOWA SN

4.2. ZESTAWIENIE ZBIORCZE WYPOSAŻENIA STACJI

* - RZECZYWISTE DŁUGOŚCI NALEŻY OKREŚLIĆ NA ETAPIE WYKONAWSTWA

4.3. UKŁAD POMIAROWO-ROZLICZENIOWY

4.4. UZIEMIENIE STACJI

5. Odpisy dokumentów i uzgodnień

6. R y s u n k i

Rys. 1: Trasa linii kablowych SN poz. - 2
Rys. 2: Trasa linii kablowych nn i pomiarowych poz. – 2
Rys. 3: Trasa linii kablowych nn i pomiarowych poz. - 1
Rys. 4: Trasy linii kablowych i pomiarowych, rozmieszczenie urządzeń, przekroje poz. – 2
Rys. 5: Trasy linii kablowych i pomiarowych, rozmieszczenie urządzeń, przekroje poz. – 1
Rys. 6: Schemat zasilania SN
Rys. 7: Schemat zasilania rezerwowego nn
Rys. 8 Schemat zasilania SN i nn
Rys. 9: Schemat układu pomiarowego LZQJ-XC
Rys. 10: Schemat układu pomiarowego ZMG
Rys. 11 Lokalizacja tablic licznikowych zasil. podst. i rezerw.
Rys. 12: Tablice licznikowe zasil. podst. i rezerw
Rys. 13: Moduł licznikowy ML
Rys. 14: Moduł przekładnikowy MP
Rys. 15: Konstrukcja wsporcza pod rozdzielnicę SN

1. Zakres i podstawa opracowania

1.1. Zakres opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje projekt techniczny jednostadiowy na przystosowanie istniejącej części konsumentowej stacji transformatorowej K-169/E do wzrostu mocy oraz zmiany napięcia pracy z 6kV na 15kV. Przystosowanie części zakładu energetycznego objęte jest odrębnym opracowaniem. W tym celu należy:

1) zdemontować istniejącą rozdzielnicę SN w izolacji 6 kV,
2) zamontować nową rozdzielnicę w izolacji 15kV wraz z nowymi układem pomiarowym,
3) ułożyć linię kablową SN do pola w rozdzielnicy zakładu energetycznego.

Zakres opracowania jest zgodny z Warunkami Przyłączenia (WP) określonymi przez Oddział Dystrybucji Poznań. Kopię warunków zamieszczono w rozdziale 5 niniejszego projektu.

1.2. Podstawa opracowania

a. Warunki Przyłączenia wydane przez Oddział Dystrybucji Poznań,
b. obowiązujące przepisy i normy,
c. albumy i katalog wyrobów,
d. wizje lokalne projektanta w terenie,
e. uzgodnienia robocze z Inwestorem.

2. Opis techniczny

2.1. Przyłącze do obiektu w części SN-15 kV

Dla zasilania stacji z pola liniowego rozdzielnicy konsumentowej wyprowadzić linię kablową typu 3x NA2XS(F)2Y1x70mm^2 i wprowadzić na pierwsze pole rozdzielnicy w części ZE. Linie kablową prowadzić zgodnie z rysunkami. Granicą stron są głowice prądowe na kablu konsumentowym w części ZE. Schemat zasilania przedstawia rysunek nr 6.

2.2. Sposób układania kabli SN-15 kV

Minimalna temperatura układania kabli wynosi –5 ^{0}C.
Minimalne promienie gięcia wynoszą 15xd (d-średnica kabla).

Osprzęt:
Do zakończenia kabla w rozdzielnicach zastosować zestaw głowic np. CTS 630A

2.3. Stacja transformatorowa 15/0,4 kV

Projektuje się rozdzielnicę typu 8DJH. Rozdzielnica znajdować się będzie w pomieszczeniach technicznych obiektu na poziomie -2.

Rozdzielnica SN-15 kV:

Po stronie SN wyposażyć stację w rozdzielnicę typu 8DJH w układzie RT+M"kk Parametry techniczne rozdzielnicy podano poniżej:

- Napięcie znamionowe: 24 kV
- Liczba faz: 3
- Częstotliwość znamionowa: 50 Hz
- Prąd znamionowy ciągły szyn zbiorczych: 630 A
- Znamionowy prąd wytrzymałości krótkotrwałej: 20 kA
- Znamionowy prąd udarowy: 50 kV

Rozdzielnia typu 8DJH jest dwuprzedziałową rozdzielnicą wnętrzową, w osłonie metalowej, wykonanej z blachy alucynkowej - zapewniającej ekwipotencjalizację, z pojedynczym systemem szyn zbiorczych. Rozdzielnica jest wyposażona w nowoczesną aparaturę łączeniową w izolacji z SF_6. Posiada wydzielone przedziały: szyn zbiorczych i kablowy, a wykonanie łukoochronne zapewnia wysokie bezpieczeństwo obsługi.
Standardowe wykonanie stacji obejmuje powiązanie rozdzielnicy SN z transformatorem SN/nn kablem 3 x NA2XS(F)2Y1x70/25 mm^2 12/20 kV . Kabel jest zakończony obustronnie głowicami konektorowymi ekranowanymi.

Rozdzielnica nn-0,4 kV:

Niniejsze opracowanie swym zakresem nie obejmuje rozdzielnicy niskiego napięcia, jednakże należy zaznaczyć, że ze względu na zasilanie rezerwowe realizowanie ze stacji MST-39 konieczne jest zamontowanie SZR, uniemożliwiającego zasilenie instalacji z dwóch źródeł jednocześnie.
Połączenie rozdzielnicy nn z transformatorem wykonać kablem YKY1x240mm^2 po trzy żyły na fazę. Kable prowadzić na korytach kablowych zgodnie z rysunkiem.
Ponadto linię kablową rezerwową należy podłączyć do nowej rozdzielnicy nn, poprzez odnalezienie kabla pod posadzką pomieszczenia -122a (-174), oraz wycofania go i ułożenia do nowego kanału w pomieszczeniu -122 (-171) i dalej do pomieszczenia -122b (-173) w ilości wystarczającej do podpięcia bez konieczności wykonywania muf.
Istniejący kanał kablowy należy poszerzyć w celu umożliwienia poprowadzenia połączenia transformator – RGnn.

Transformator 15/0,4 kV:

W projektowanej stacji należy zabudować (w pełni hermetyczny) transformator suchy o górnym napięciu znamionowym GN 15,75 kV oraz dolnym DN 400 V. Transformator powinien posiadać przepusty z rożkiem odgromowym z rozstawem 90 mm dla 15,75 kV.

W rozdzielnicy niskiego napięcia zastosować wskaźnik temperaturowy TEC.
Dane znamionowe transformatora:

- moc znam. 800 kVA
- napięcie GN 15,75 kV
- napięcie DN 400 V
- regulacja +2,5-3x2,5
- układ połączeń Dyn5
- napięcie zwarcia 6 %
- masa całkowita 1850 kg

Instalacja uziemiająca stacji transformatorowej:

Instalację tą wykonać z płaskownika ocynkowanego FeZn 40x5 mm. Do uziemienia podłączyć również żyły powrotne kabli SN-15 kV wprowadzonych do stacji. Nową instalacje uziemiająca połączyć z istniejącym uziemieniem po dokonaniu pomiarów. W przypadku wykazania wartości innych niż poniższe, należy wykonać nowe wyprowadzenie bednarek z płaskownika ocynkowanego FeZn 40x5 mm.

Ponadto z magistralną szyną uziemiającą PE połączyć konstrukcje rozdzielnic, napędy odłączników, rozłączników, wyłączników oraz noże uziemiające.

Połączenia instalacji ochronnej z uziomem stacji wykonane zostanie oddzielnymi przewodami przyłączowymi "PE".

Należy wykonać również połączenie uziemienia ochronnego z uziemieniem roboczym transformatora.

Wszelkie połączenia instalacji uziemiającej winny być zabezpieczone przed korozją i ewentualnymi uszkodzeniami mechanicznymi.

Według Rozporządzenia Ministra Przemysłu z 8 października 1990 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej w stacji transformatorowej przewidziano uziemienie robocze punktu zerowego transformatora oraz uziemienie ochronne konstrukcji stalowych i rozdzielnic. Uziemienia ochronne i robocze będą posiadały wspólny uziom.

Rezystancja uziemienia stacji nie może przekroczyć wartości:

- < 2,65 Ω jako rezystancja wypadkowa (pomiar wykonać przy połączonych żyłach PEN kabli metodą techniczną),
- < 5 Ω jako rezystancja uziemienia sztucznego. Należy dążyć do podłączenia wszystkich uziomów naturalnych,
- oraz musi być spełniony warunek $U_{rd} \leq 50$ V dla $t_r = 5$ sek.

Uziemienie otokowe połączyć w miarę możliwości z uziemieniem naturalnym.

Tablice ostrzegawcze i identyfikacyjne:

W celu prawidłowego ostrzegania, skutecznej informacji i jednoznacznej identyfikacji stacji należy umieścić na stacji następujące tablice:

- tablice ostrzegawcze umieszczone na drzwiach -2 szt.,
- tablicę identyfikacyjną – umieszczoną pod jedną z tablic ostrzegawczych – zawierającą nr stacji.

2.4. Układ pomiarowo-rozliczeniowy energii elektrycznej

Układ pomiarowo-rozliczeniowy podstawowy

Zgodnie z WP zaprojektowano pomiar energii elektrycznej pośredni na napięciu 15 kV. Schemat układu pomiarowego przedstawia rysunek 9:

Dla potrzeb układu pomiarowo-rozliczeniowego należy zabudować/zainstalować:

- w polu pomiarowym projektowanej rozdzielnicy SN przekładniki:
  - prądowe typu TPU 50.11 o przekładni 30/5 A/A, mocy znam. 10 VA, kl. 0,2S i współczynniku bezpieczeństwa FS5,
  - napięciowe typu TJC 5; o przekładni 15 000/√3:100/√3; mocy 10 VA; kl. 0,2; 50 Hz

Zgodnie z warunkami przyłączenia, należy wykorzystać zaprojektowany licznik mierzący:

- energię czynną pobieraną,
- energię bierną pobraną,
- energię bierną oddaną,

Przewody prądowe i napięciowe w układzie pomiarowo-rozliczeniowym pomiędzy przekładnikami a układem pomiarowo-rozliczeniowym należy połączyć za pośrednictwem listwy Ska. Połączenia przekładników prądowych i napięciowych z listwami Ska zainstalowanymi na tablicy licznikowej wykonane będą w rurkach instalacyjnych (osobno dla obwodu pomiaru prądu i napięcia). Rurki prowadzić na drabinkach kablowych razem z mostem kablowym Rnn – TR.
Wykorzystana zostanie istniejąca tablica licznikowa zainstalowana w pomieszczeniu -122 (-171).

Układ pomiarowo-rozliczeniowy rezerwowy

W rozdzielnicy niskiego napięcia przygotować miejsce dla zabudowy:

- przekładników prądowych o parametrach 400/5 A/A, kl. 0,2 s, S_2n = 5 VA, FS ≤ 5,
- modułu licznikowego ML z licznikiem, elementami i połączeniami obwodów wtórnych oraz miejscem dla system pomiarowo-rozliczeniowego zgodnie z rysunkiem 10.

2.5. Ochrona od porażeń

W sieciach SN-15 kV jako ochronę od porażeń przyjmuje się:
- ochronę podstawową - izolację roboczą 24 kV,
- ochronę dodatkową - uziemienie ochronne.

W dla napięcia 0,4 kV jako ochronę od porażeń przyjmuje się:
- ochronę podstawową - izolację roboczą 0,69 kV,
- ochronę dodatkową w stacji - uziemienie ochronne,
- ochronę dodatkową sieci odbiorczej – szybkie samoczynne wyłączenie.

2.6. Uwagi końcowe

Całość prac wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami w oparciu o albumy opracowań typowych i niniejszy projekt techniczny.
Uszkodzone nawierzchnie na wskutek montażu transformatora doprowadzić do stanu pierwotnej używalności.
Po zakończeniu prac dokonać niezbędnych prób i pomiarów pozwalających na stwierdzenie gotowości urządzeń do załączenia pod napięcie.
Pomiar napięcia rażenia dotykowego należy wykonać metodą techniczną małoprądową.

Opracował

mgr inż. Marek Piwarski

3. Obliczenia

3.1. Prądy obciążeniowe

Zasilanie podstawowe

Prąd znamionowy wynikający z mocy przyłączeniowej (630 kW):
napięcie SN-15 kV

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot cos\varphi} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 0{,}93} = 26{,}07\ A$$

napięcie nn-0,4 kV

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot cos\varphi} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}93} = 977{,}77\ A$$

Prąd znamionowy wynikający z mocy znamionowej transformatora 800 kVA:
napięcie SN-15 kV

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 15} = 30{,}79\ A$$

napięcie nn-0,4 kV

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 0{,}4} = 1154{,}70\ A$$

WNIOSEK: Projektuje się wkładki bezpiecznikowe o wartości 63 A.

Zasilanie rezerwowe

napięcie nn-0,4 kV

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot cos\varphi} = \frac{240}{\sqrt{3} \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}93} = 372{,}5\ A$$

WNIOSEK: Projektuje się bezpieczniki mocy o wartości 400 A.

3.2. Dobór przekładników prądowych do układu pomiarowego pośredniego

Wielkość mocy zapotrzebowanej dla zasilania obiektu przyjęto zgodnie z wydanymi warunkami przyłączenia w wysokości 630 kW.

Prąd obliczeniowy:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot cos\varphi} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 0{,}93} = 26{,}07\ A$$

wielkość	*wartość*
P_n [kW]	**630**
$I_{obc.Pn}$ [A]	**26,07**
U_n [V]	**15**
Przekładnia przekładnika prądowego I_{n1}/ I_{n2} [A/A]	**30/5**
$I_{obc.Pn}$ / I_{n1} [%]	**86,9**

Na tej podstawie oraz na podstawie obliczeń zwarciowych dobrano przekładniki prądowe wsporcze jednofazowe w izolacji żywicznej typu **TPU 50.11** służące wyłącznie do zasilania obwodów prądowych liczników o następujących parametrach do trójsystemowego pomiaru energii:

Przekładnia	**A/A**	**30/5**
Przeciążalność	%	120
Napięcie znamionowe	kV	15
Częstotliwość znamionowa	Hz	50
Klasa dokładności	%	0,2S
I_{th}	kA	6,3
Moc	VA	10
Rdzeń	-	FS5
TPU 50.11, 30/5 A/A, I rdzeń, 10 VA, kl. 0,2S FS5, 150*In		

Stan wyjściowy:

- Wielkość min. mocy zapotrzebowanej: 630 kW
- Napięcie znamionowe sieci: U_{ns} = 15 kV.
- Przekładniki prądowe zasilają tylko obwody pomiarowe

Sprawdzenie doboru znamionowego prądu pierwotnego

Znamionowy prąd pierwotny przekładnika prądowego powinien być tak dobrany, aby największe trwałe przeciążenie prądem w warunkach roboczych nie przekraczało 120% wartości prądu przekładnika, tzn.:

$$I_{obl} < 1,2\ I_n$$

Ze względu na zależność błędów pomiarowych przekładnika funkcji prądu I_{1n} prąd pierwotny przekładnika powinien zawierać się w przedziale określonym następującą zależnością:

$$\underline{0,01\ I_{1n} < I_{obl} < 1,2\ I_{1n}}$$

gdzie: I_{obl} - prąd obliczeniowy odpowiadający największemu prądowi obciążenia

Do obliczeń jako maksymalnego trwałego przeciążenia prądowego w warunkach roboczych przyjęto prąd wynikający z następującej zależności:

Projektowany przekładnik prądowy posiada przekładnię 30/5 A/A.

Sprawdzenie

$$0{,}01 \times 30 < 26{,}07 < 1{,}2 \times 30 \text{ [A]}$$

0,3 < 26,07 < 36 [A] **warunek spełniony**

Sprawdzenie doboru znamionowego prądu wtórnego przekładnika I_{2n}

Odległość przekładników prądowych zainstalowanych w polu pomiarowym w rozdzielnicy SN-15 kV od projektowanej tablicy licznikowej wynosi ok. 23 m (długość przewodu).

Ze względu na niewielką odległość przekładników od układu pomiarowego właściwie dobrano przekładniki o prądzie wtórnym **I_{2n} = 5 A**.

Sprawdzenie doboru przekładnika prądowego ze względu na moc znamionową S_n

Ze względu na zachowanie klasy dokładności konieczne jest spełnienie następującego warunku obciążenia przekładnika:

$$0{,}25\, S_n \leq S_{2\,ob} \leq S_n$$

gdzie: $S_{2\,ob}$ – moc odpowiadająca rzeczywistemu obciążeniu przekładnika prądowego

S_n – moc znamionowa przekładnika prądowego

Moc obciążającą przekładnik w stanie pracy normalnej $S_{2\,ob}$ można wyrazić następującą zależnością:

$$S_{2\,ob} = S_{LZQJ\text{-}XC} + S_{zest} + (I_{2n}^2 * R_p)$$

gdzie: $S_{2\,ob}$ – moc odpowiadająca rzeczywistemu obciążeniu przekładnika prądowego

$S_{LZQJ\text{-}XC}$ – moc pobierana przez obwody prąd. licznika LZQJ-XC (na fazę) = 0,075 VA

S_{zest} – moc tracona na zestykach ≅ 1,25 VA

R_p – rezystancja zastępcza przewodów obwodów wtórnych

Dla przewodów do wtórnych obwodów prądowych przyjęto następujące parametry:

s=4 mm^2, l=23 m, γ=57 m/(Ω mm^2)

Dla tych parametrów moc tracona na przewodach wynosi:

$$S_p = \frac{2 \cdot 23 \cdot 5^2}{57 \cdot 4} = 5{,}04VA$$

Moc obciążenia uzwojenia wtórnego wyniesie:

$S_{2\,ob.}$ = 0,075 + 1,25 + 5,04 = 6,37 VA

Sprawdzenie

$$0{,}25 \times 10 \leq 6{,}37 \leq 10$$

2,5 ≤ 6,37 ≤ 10 - warunek spełniony

Dobrano przekładniki prądowe o mocy znamionowej S_n = 10 VA

3.3. Dobór przekładników napięciowych do układu pomiarowego pośredniego

Sprawdzenie doboru przekładnika napięciowego ze względu na moc znamionową S_n

Ze względu na zachowanie klasy dokładności konieczne jest spełnienie następującego warunku obciążenia przekładnika:

$$0{,}25\ S_n \leq S_{ob} \leq S_n$$

gdzie: S_{ob} – moc odpowiadająca rzeczywistemu obciążeniu przekładnika
S_n – moc znamionowa przekładnika

Moc obciążającą przekładnik w stanie pracy normalnej $S_{2\ ob}$ można wyrazić następującą zależnością:

$$S_{2\ ob} = S_{LZQJ\text{-}XC} + S_{zest}$$

gdzie: $S_{2\ ob}$ – moc odpowiadająca rzeczywistemu obciążeniu przekładnika napięciowego
$S_{LZQJ\text{-}XC}$ – moc pobierana przez cewkę napięciową licznika LZQJ-XC wynosi:
bez napięcia rezerwowego wynosi 2,3 VA,
w przypadku zaniku dwóch faz 3 x 2,3 VA
S_{zest} – moc tracona na zestykach – pomijalnie mała

Dla powyższych danych moc $S_{2\ ob}$ obciążającą przekładnik w stanie pracy normalnej wyniesie: S_{ob} = 2,3 VA

Dla powyższych danych moc $S_{2\ ob}$ obciążającą przekładnik w przypadku zaniku dwóch faz wyniesie: S_{ob} = 6,9 VA

W polu pomiarowym **projektowane są przekładniki napięciowe o mocy 10 VA**.

W celu spełnienia warunku $0{,}25\ S_n \leq S_{ob}$ przy pracy z normalnej i pracy z zanikiem dwóch faz należy zainstalować rezystory dociążające o rezystancji 1,2 kΩ (typoszereg), co pozwoli na dociążenie przekładnika mocą:

$$\Delta P_R^{'} = U * I = U * \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R} = \frac{58^2}{1200} = 2{,}8\ \text{VA}$$

Sprawdzenie dla pracy z nap. rezerwowym

$$0{,}25 \times 10 \leq 2{,}3 + 2{,}8 \leq 10$$

$2{,}5 \leq 5{,}1 \leq 10$ warunek jest spełniony

Sprawdzenie dla pracy w przypadku zaniku dwóch fazy bez nap. rezerwowego

$$0{,}25 \times 10 \leq (3 \times 2{,}3 + 2{,}8) \leq 10$$

$2{,}5 \leq 9{,}7 \leq 10$ warunek jest spełniony

3.4. Sprawdzenie spadku napięcia na obwodzie napięciowym licznika

$$\Delta U_{\%} = \frac{2 \cdot l \cdot S_{ob}}{\gamma \cdot S \cdot U^2} \cdot 100\% = \frac{2 \cdot 23 \cdot 9{,}7}{57 \cdot 2{,}5 \cdot 58^2} \cdot 100\% = 0{,}093$$

gdzie:
S_{ob} – maksymalna obliczeniowa moc obciążenia przekładnika

Warunek ΔU < 0,1 % jest spełniony

3.5. Dobór przekładników prądowych do układu pomiarowego półpośredniego

Wielkość mocy zapotrzebowanej dla zasilania obiektu przyjęto zgodnie z wydanymi warunkami przyłączenia w wysokości 240 kW.

Prąd obliczeniowy:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot cos\varphi} = \frac{240}{\sqrt{3} \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}93} = 372{,}5\ A$$

Projektuje się przekładniki prądowe typu ISWb 400/5 A/A, 5VA, FS 5, kl. 0,2s Ithp= 60xIpn, wzorcowane.

Zgodnie z wytycznymi przekładniki muszą zachować wymaganą klasę dokładności dla prądów obwodu pierwotnego w zakresie

0,01In ≤ Ib ≤ 1,2 In

4 A ≤ 372,5 A ≤ 480 A

Warunek spełniony

Obciążenie strony wtórnej przekładników prądowych w układach pomiarowych powinno zawierać się w poniższym zakresie:

0,25 Sn ≤ S2 ≤ S2n

Licznik ZMG S_1 = 0,02 VA na fazę

Przewody o długości 2 x 2 m

$$S_2 = \frac{2 \cdot l}{\gamma \cdot s} \cdot I_2^2 = \frac{2 \cdot 2}{56 \cdot 2{,}5} \cdot 5^2 = 0{,}714\ VA$$

Styki R = 0,05 Ω/tor

$S_3 = I^2 \times R = 5^2 \times 0{,}05 = 1{,}25$ VA

$S2 = S_1 + S_2 + S_3 = 0{,}02 + 0{,}714 + 1{,}25 = 1{,}984$ VA

Dobrano przekładniki prądowe o mocy znamionowej S2n 5 VA.

0,25 Sn ≤ S2 ≤ S2n

1,25 ≤ 1,984 ≤ 5

Warunek spełniony

3.6. Straty na przyłączu SN

Dla strat obciążeniowych (mnożna dla strat I^2h):

$$A_{obc} = R_0 \cdot l \cdot \delta_p^2 = 0{,}443 \cdot 0{,}01 \cdot 6^2 = 0{,}1595$$

Dla strat jałowych (mnożna dla strat U^2h):

$$A_{\mathrm{jal}} = \varpi \cdot C \cdot l \cdot \delta_N^2 \cdot \mathrm{tg}\delta \cdot 10^{-6} = 314 \cdot 0{,}18 \cdot 10 \cdot 150^2 \cdot 0{,}004 \cdot 10^{-6} = 0{,}0509$$

gdzie:

γ	przewodność właściwa	=	35	m/(Ω mm^2)
tg δ	współczynnik strat dielektrycznych	=	0,004	
δ_P	przekładnia przekładnika prądowego	=	6	dla 30/5 A/A
δ_N	przekładnia przekładnika napięciowego	=	150	dla 15:1,73/100:1,73
S	przekrój kabla SN	=	70	mm^2
l	długość linii kablowej	=	10	m
C	pojemność robocza kabla	=	0,18	dla NA2XS(F)2Y1x70 mm^2
ω	$2\pi f$	=	314	

3.6. Straty na przyłączu nn

3.6.1 Mnożna strat obciążeniowych dla licznika Landis

$$A_{obc} = R_0 \cdot l \cdot \delta_p^2 = 118{,}4$$

gdzie:
R_o – rezystancja jednostkowa nn = 0,125
l – długość linii kablowej = 148 m
δ_p – przekładnia przekładnika prądowego = 80

3.7. Obliczenia zwarciowe

- Stacja WN/SN Cytadela

GPZ	S_k [MVA]	U_N [kV]	c	X_Q [Ω]
Cytadela	$S_k = S_k'' = 200$	15	1,1	$Z_Q \approx X_Q = \frac{c \cdot U_N^2}{S_k''} = \frac{1{,}1 \cdot (15 \cdot 10^3)^2}{200 \cdot 10^6} = 1{,}24\,\Omega$

- Linie zasilające SN:

Typ linii	l [m]	R_L [Ω]	X_L [Ω]
3xAL 120mm^2	L_2=3252	$R_0 = 0{,}253\frac{\Omega}{km}$ $R_L = l \cdot R_0 \approx 0{,}823\ \Omega$	$X_0 = 0{,}116\frac{\Omega}{km}$ $X_L = l \cdot X_0 \approx 0{,}377$
SUMA		0,8228	0,377

▪ Rezystancja pętli zwarcia:	$R_Z = R_L = 0{,}823\ \Omega$
▪ Reaktancja pętli zwarcia:	$X_Z = X_Q + X_L = 1{,}24 + 0{,}377 = 1{,}617\ \Omega$
▪ Impedancja pętli zwarcia:	$Z_k = R_Z + jX_Z = (0{,}823 + j1{,}617)\ \Omega$
▪ Moduł impedancji:	$\lvert Z_{kmin}\rvert = \sqrt{R_Z^2 + X_Z^2} = 1{,}814\ \Omega$
▪ Początkowy symetryczny prąd zwarcia I_k'' jest równy ustalonemu prądowi zwarcia I_k:	$I_k'' = I_k = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\,min}} = 5{,}252kA$
▪ Współczynnik do obliczenia prądu zwarciowego szczytowego:	$\kappa \approx 1{,}02 + 0{,}98e^{-3\frac{R_Z}{X_Z}} = 1{,}23\ kA$
▪ Prąd zwarciowy szczytowy (udarowy):	$i_p = \sqrt{2} \cdot \kappa \cdot I_k'' = \sqrt{2} \cdot 1{,}38 \cdot 6{,}11 = 9{,}1358\ kA$
▪ Znamionowy krótkotrwały prąd cieplny	$T_K = 1{,}0s > 10T$ stąd $I_{th} \approx I_k'' = 5{,}252\ kA$

W projektowanej stacji konsumentowej prąd **I_{th}=5,252 kA.**

Sprawdzenie warunków zwarciowych:

$I_{th} < 6{,}3$ kA

5,252 kA < 6,3 kA - warunek spełniony

$I_p < 2{,}5 \times I_{th}$

9,1358 kA < 2,5 x 6,3 kA

9,1358 kA < 15,75 kA - warunek spełniony

3.8. Dobór przekroju konsumentowej linii kablowej SN

Prąd długotrwały obciążeniowy, dla kabla typu 3xNA2XS(F)2Y1x70mm^2 wg karty katalogowej firmy NKT wynosi:

$I_{dd\ kabla}$ = 245 A

I_{dd} = 26,07 A

$I_{dd} < I_{dd\ kabla}$

26,07 A < 245 A – *warunek spełniony*

Prąd zwarciowy 1-sek, dla żyły 70 mm^2 wg karty katalogowej firmy NKT wynosi:

$I_{1s\ kabla}$= 6,6 kA

$I_{th} < I_{1s\ kabla}$

5,252 kA < 11,3 kA – *warunek spełniony*

4. Zestawienie materiałów

4.1. Linia kablowa SN

TABELA nr 1

L.p.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość
1	Kabel typu 3xNA2XS(F)2Y1x70mm^2 12/20kV	mb	30*
2	Głowice kablowe typu CTS 630A	szt.	6

4.2. Zestawienie zbiorcze wyposażenia stacji

TABELA nr 2

L.p.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość
1	Transformator suchy moc 800 kVA, przekładnia 15,75/0,4 kV, układ połączeń uzwojeń Dyn5,	kpl	1
2	Rozdzielnica SN typu 8DJH (RT)+(M"kk")	kpl.	1
3	Kabel typu 3xNA2XS(F)2Y1x70mm^2 12/20kV	mb	18*
4	Uziemienie stacji	kpl.	1
5	Tabliczki ostrzegawcze i opisowe	kpl.	1
6	Głowice kablowe typu CWS 250A	kpl.	1
7	Głowice kablowe typu CHE-I	kpl.	1
8	Drabinka kablowa DKD300H45	mb	6
9	Drabinka kablowa DKD400H45	mb	10
10	Kolanko drabinki kablowej LDP400H45	szt.	1
10	Kabel YKY 1x240mm^2 0,6/1kV	mb	372*

** - rzeczywiste długości należy określić na etapie wykonawstwa*

4.3. Układ pomiarowo-rozliczeniowy podstawowy

TABELA nr 3

L.p.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość
1	Przekładnik prądowy typu TPU 50.11; 30/5 A/A; 5VA kl.0,2s, FS5; I_{th} 6,3 kA	szt.	3
2	Przekładnik napięciowy typu TJC 5; 15 000/√3:100/√3; 10 VA; kl. 0,2;	szt.	3
3	Listwa SKA-P1	szt.	1
4	Zabezpieczenie nadprądowe S301 B10A	szt.	1
5	Zabezpieczenie nadprądowe S301 B6A	szt.	1
6	Obudowa S-4	szt.	2
7	Przewód typu NYY-J 5x2,5mm^2	m	23
8	Przewód typu NYY-Jz 7x4mm^2	m	23
9	Przewód DY 2,5 mm^2	m	20
10	Przewód 1,5 mm^2	m	20
11	Tablica licznikowa	szt.	1

4.4. Układ pomiarowo-rozliczeniowy rezerwowy

TABELA nr 4

L.p.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość
11	Szafka pomiarowa wyposażona	szt.	1

4.5. Uziemienie stacji

TABELA nr 5

L.p.	*Wyszczególnienie*	*Jedn.*	*Ilość*
1	Bednarka stalowa ocynkowana 40x5 mm	m	25

5. Odpisy dokumentów i uzgodnień

OŚWIADCZENIE

Ja niżej podpisany jako projektant branży elektrycznej, działający zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 16.04.2004 o zmianie ustawy – Prawo budowlane (Dz.U.93 z 30.04.2004 r. poz. 888) oświadczam, że projekt budowlano wykonawczy dotyczący realizacji inwestycji elektroenergetycznej pod nazwą:

Przystosowanie stacji K-169/E do wzrostu mocy i zmiany napięcia pracy

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant: