

PROJEKT WYKONAWCZY

Obiekt	Zasilanie pomieszczenia biurowego, gastronomii oraz oświetlenia terenu Owińska; ul. Plażowa 1; gm. Czerwonak dz. 514/18 ark. 10 obręb Owińska
---------------	---

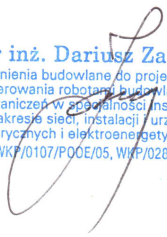
Branża	elektryczna
---------------	-------------

Temat	Remont konsumentowej wolnostojącej małogabarytowej stacji transformatorowej SN/nn
--------------	---

Inwestor	Gmina Czerwonak ul. Źródłana 39 62-004 Czerwonak
-----------------	--

Nr egz. 1/5	
--------------------	--

AUTORZY	Imię i nazwisko	Pieczątką i podpis
----------------	------------------------	---------------------------

Projektant	mgr inż. Dariusz Zawada	<p>mgr inż. Dariusz Zawada Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr ewid. WKP/0107/P/OCE/05, WKP/0281/OWOE/06</p> 
-------------------	--------------------------------	--

Poznań, sierpień 2012 r.

Enea Operator Sp. z o.o. Oddział Dystrybucji Poznań
Oddział Zarządzania Rozwojem Sieci
ul. Panny Marii 2
61-108 Poznań
tel. 850-41-00

Poznań, 21.07.2010 r.

OD5/RR6/102/2010

GMINA CZERWONAK

ul. Źródłana 39
62-004 Czerwonak

**Warunki przyłączenia
do sieci elektroenergetycznej ENEA Operator Sp. z o.o.**

Charakter i lokalizacja obiektu / lokalu
pomieszczenia biurowe, gastronomia oraz oświetlenie terenu, Owińska, ul. Plażowa 1
warunki dotyczą **wzrostu mocy w istniejącym obiekcie**
z mocą przyłączeniową **90 kW (wzrost mocy o 50 kW)**
na napięciu **15 kV**
zakwalifikowanego do III grupy przyłączeniowej

I. MIEJSCE PRZYŁĄCZENIA

istniejąca linia napowietrzna SN-15 kV - bez zmian

II. RODZAJ POŁĄCZENIA Z SIECIĄ ORAZ ZAKRES NIEZBĘDNYCH ZMIAN W SIECI

1. w zakresie dotyczącym urządzeń ENEA Operator Sp. z o.o.
bez zmian

2. w zakresie dotyczącym urządzeń podmiotu przyłączanego
2.1. Przygotować sieć i instalację odbiorczą do nowych potrzeb.

III. MIEJSCE DOSTARCZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

zaciski prądowe odłącznika SN-15 kV nr 06/1074 od strony Odbiorcy (odłącznik na majątku i w eksploatacji ENEA Operator) - bez zmian

Miejsce dostarczania energii elektrycznej stanowi jednocześnie granicę własności i eksploatacji urządzeń.

IV. MIEJSCE ZAINSTALOWANIA UKŁADU POMIAROWO-ROZLICZENIOWEGO

Rozliczeniowe układy pomiarowe mocy i energii elektrycznej należy usytuować w stacji u Odbiorcy w rozdzielni nn-0,4 kV.

V. WYMAGANIA DOTYCZĄCE UKŁADU POMIAROWO-ROZLICZENIOWEGO

1. Wymagania techniczne dotyczące układu pomiarowo-rozliczeniowego:

- 1.1. układ zabudować na napięciu sieci, do której obiekt jest przyłączony;
- 1.2. układ zabudować w układzie trójsystemowym, czteroprzewodowym;
- 1.3. licznik energii elektrycznej powinien:
 - 1.3.1. umożliwiać jednokierunkowy pomiar energii czynnej i dwukierunkowy pomiar energii biernej;
 - 1.3.2. posiadać zatwierdzenie typu oraz aktualną legalizację GUM;
 - 1.3.3. posiadać klasę dokładności nie gorszą niż 1 dla energii czynnej i 2 dla energii biernej;
 - 1.3.4. rejestrować i przechowywać w pamięci pomiary mocy czynnej przez okresy od 15 do 60 min. przez co najmniej 63 dni;
 - 1.3.5. automatycznie zamykać okres rozliczeniowy wskazany w umowie o świadczenie usług dystrybucji lub Taryfie dla usług dystrybucji energii elektrycznej ENEA Operator Sp. z o.o.;
 - 1.3.6. posiadać sygnalizację obecności napięcia pomiarowego;
 - 1.3.6. posiadać pomiar strat energii;
- 1.4. układ pomiarowo-rozliczeniowy powinien posiadać układ synchronizacji czasu rzeczywistego co najmniej raz na dobę;
- 1.5. obwody wtórne prądowe i napięciowe prowadzić bezpośrednio od listew zaciskowych przekładników do listwy pomiarowej w szafie pomiarowej;
- 1.6. przekładniki prądowe i napięciowe powinny:
 - 1.6.1. posiadać wzorcowanie przez GUM lub akredytowane przez PCS laboratorium;
 - 1.6.2. posiadać klasę dokładności nie gorszą niż 0,5;



Strona

- 1.7. przekładniki prądowe powinny:
 - 1.7.1. posiadać współczynniki bezpieczeństwa przyrządu FS nie większy niż 5;
 - 1.7.2. być tak dobrane, aby prąd pierwotny wynikający z mocy umownej mieścił się w granicach 20-120% ich prądu znamionowego, przy jednoczesnym prognozowanym minimalnym poborze mocy czynnej nie mniejszym niż 20 % prądu znamionowego;
 - 1.8. przekładniki prądowe i napięciowe powinny być tak dobrane, aby obciążenie strony wtórnej zawierało się między 25 %, a 100 % wartości nominalnej mocy uzwojeń/rdzeni tych przekładników; w przypadku wystąpienia konieczności dociążenia rdzenia pomiarowego jako dociążenie należy zastosować atestowane rezystory instalowane w obudowach przystosowanych do plombowania;
 - 1.9. do uzwojenia wtórnego przekładników prądowych w układach pomiarowo-rozliczeniowych nie wolno przyłączać innych przyrządów;
 - 1.10. zabezpieczenie przekładników napięciowych wykonać po stronie SN;
 - 1.11. wszystkie elementy członu zasilającego oraz osłony i urządzenia wchodzące w skład układu pomiarowo-rozliczeniowego powinny być przystosowane do plombowania;
 - 1.12. w pobliżu liczników zainstalować podwójne gniazdo 230 V AC;
 - 1.13. liczniki oraz pozostałe elementy pomocnicze należy zabudować w szafie pomiarowej w rozdzielni nn.
2. Wymagania techniczne dotyczące układów transmisji danych pomiarowych:
- 2.1. transmisja danych do systemu pomiarowego ENEA Operator Sp. z o.o. z układu pomiarowo-rozliczeniowego powinna być realizowana w sposób „off-line”, nie częściej niż raz na dobę, przy czym dostarczanie danych o pobieranej mocy i energii biernej nie jest obligatoryjne;
 - 2.2. w przypadku posiadania przez odbiorcę systemu automatycznej rejestracji danych pomiarowych, system ten powinien zdalnie przekazywać dane pomiarowe w standardzie „PTPiREE” na serwer ftp lub stronę www ENEA Operator Sp. z o.o., w dobie n+1 do godziny 6:00;
 - 2.3. transmisja danych z układu pomiarowo-rozliczeniowego energii elektrycznej powinna być realizowana za pośrednictwem interfejsów szeregowych liczników energii elektrycznej lub rejestratorów (koncentratorów);
 - 2.4. urządzenia technologiczne systemów łączności powinny posiadać homologację ministerstwa właściwego ds. łączności, dopuszczającą do instalowania i użytkowania urządzeń na terenie Rzeczypospolitej Polskiej.
3. Wymagania dodatkowe:
- 3.1. uzgodnienie w ENEA Operator Sp. z o.o. dokumentacji projektowanych układów pomiarowo-rozliczeniowych wraz z obliczeniami obwodów wtórnych i doбором przekładników prądowych oraz układu transmisji danych pomiarowych;
 - 3.2. zrealizowanie układów pomiarowo-rozliczeniowych i układu transmisji danych pomiarowych własnym kosztem i staraniem, na podstawie uzgodnionej dokumentacji;
 - 3.3. zgłoszenie gotowości do sprawdzenia technicznego do właściwej terytorialnie jednostki ENEA Operator Sp. z o.o.;
 - 3.4. przeprowadzenie pozytywnych prób w zakresie przesyłania danych pomiarowych w uzgodnieniu z ENEA Operator Sp. z o.o.

VI. WYMAGANY STOPIEŃ SKOMPENSOWANIA MOCY BIERNEJ

Energia elektryczna winna być pobierana przy współczynniku mocy odpowiadającym $\text{tg } \varphi \leq 0,4$.

VII WARTOŚCI DO OBLICZEŃ

1. Moc zwarcia - 200 MVA na szynach rozdzielni 15 kV stacji WN/SN Czerwonak.
2. Wypadkowa rezystancja uziemienia (roboczego i ochronnego) powinna wynosić: $R_{uz} < (1,25)\Omega$. Pomiar wykonać przy połączonych kablach SN, uziemieniu sztucznym stacji oraz żyłach PEN kabli nn.
3. Rezystancja uziemienia sztucznego powinna wynosić: $R_{uz} < 5,0 \Omega$. Uziemienie sztuczne wykonać jako otokowe umożliwiające połączenie wszystkich uzimów naturalnych.

VIII DANE I INFORMACJE DOTYCZĄCE SIECI

1. Sieć elektroenergetyczna wyposażona jest w automatyki SPZ i SZR, które mogą powodować przerwy trwające do kilku sekund.
2. W zakresie ochrony przeciwporażeniowej należy spełnić:
 - 2.1. Aktualne normy w przedmiotowym zakresie.
 - 2.2. Wymagania podane w pkt.VII ppkt 2 oraz ppkt. 3

IX. UWAGI DODATKOWE

Instalację wewnętrzną należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy PN-IEC 60364 oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie „warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” (Dz.U. z 2002 r. Nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami). Instalowane urządzenia powinny spełniać wymagania norm oraz posiadać odpowiednie atesty.

2. Instalowane urządzenia powinny spełniać wymagania norm oraz posiadać odpowiednie atesty. Przyłączane urządzenia powinny posiadać wymaganą odporność na zaburzenia elektromagnetyczne oraz powinny być tak skonstruowane, aby nie wywoływały w swoim środowisku zaburzeń elektromagnetycznych o wartościach przekraczających odporność na te zaburzenia innych urządzeń występujących w tym środowisku.
3. Zrealizowanie zasilania na podstawie przedmiotowych warunków przyłączenia stanowić będzie podstawę do zawarcia w umowie o świadczenie usług dystrybucji lub umowie kompleksowej standardowych parametrów jakościowych energii elektrycznej w zakresie odchyień częstotliwości i napięcia, odkształcenia napięcia, zawartości poszczególnych harmonicznych oraz wskaźnika długookresowego migotania światła zgodnych z przepisami obowiązującego prawa, natomiast dopuszczalny czas trwania:
 - 3.1. jednorazowej przerwy w dostarczaniu energii elektrycznej nie może przekroczyć w przypadku:
 - przerwy planowanej 16 godzin,
 - przerwy nieplanowanej 24 godzin;
 - 3.2. przerw w ciągu roku, stanowiący sumę czasów trwania przerw jednorazowych długich i bardzo długich, w przypadku:
 - przerw planowanych 35 godzin,
 - przerwy nieplanowanej 48 godzin.
5. Podstawę do rozpoczęcia realizacji prac projektowych i budowlano - montażowych ujętych w niniejszych warunkach stanowi umowa o przyłączenie.
6. ENEA Operator Sp. z o.o. zapewni dostawę energii elektrycznej po spełnieniu wymogów określonych w warunkach przyłączenia i zawartej umowie o przyłączenie.
7. Projekty opracowane na podstawie przedmiotowych warunków przyłączenia należy uzgodnić w ENEA Operator Sp. z o.o.

Data ważności warunków przyłączenia: 2 lata od daty ich doręczenia.


 ENEA Operator Sp. z o.o.
 ODDZIAŁ WYSTĘPOWACI I AGENCI
 ZAKŁAD ZARZĄDZANIA DISTRIBUCJĄ
 Zespół Rozwoju
 Kierownik
 Marek Barasiak


 Strona

Spis treści

1. Strona tytułowa
2. Warunki przyłączenia OD5/RR6/102/2010 z dnia 21.07.2010r.
3. Opis techniczny
4. Rysunki
 - 4.1. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
-PLAN ZAGOSPODAROWANIA- **rys. 01**
 - 4.2. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
zagospodarowanie terenu **rys. 02**
 - 4.3. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
Schemat zasadniczy układu sieci SN-15kV **rys. 03**
 - 4.4. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
Schemat zasadniczy **rys. 04**
 - 4.5. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
Widok rozdzielnicy SN-15kV **rys. 05**
 - 4.6. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
Widok rozdzielnicy nn-0,4kV **rys. 06**
 - 4.7. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
Schemat ideowy projektowanego pośreniego układu pomiarowego **rys. 07**
 - 4.8. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
Rozmieszczenie elementów
oraz instalacja uziemienia **rys. 08**
 - 4.9. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
elewacja frontowa **rys. 09**
 - 4.10. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
Elewacja tylna stacji **rys. 10**
 - 4.11. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
Elewacja boczna stacji **rys. 11**
 - 4.12. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
Przekrój poprzeczny stacji **rys. 12**
 - 4.13. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn n
Fundament stacji **rys. 13**
 - 4.14. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
Przepusty kablowe **rys. 14**
 - 4.15. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
Posadowienie stacji w zależności
od rodzaju gruntu **rys. 15**
 - 4.16. Remont elektroenergetycznej wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn
Posadowienie stacji **rys. 16**

3. Opis techniczny

3.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt remontu konsumentowej wolnostojącej małogabarytowej stacji transformatorowo-rozdzielczej 15/0,4kV dla zasilania pomieszczeń biurowych, gastronomii oraz oświetlenia terenu w Owińskach przy ul. Plażowej 1 (dz. 514/18). Lokalizację stacji pokazano na rys. nr 01.

3.2 Podstawa opracowania

Projekt opracowano w oparciu o następujące materiały:

- warunki przyłączenia do sieci nr OD5/RR6/102/2010 z dnia 21.07.2010r. wydane przez ENEA Operator Sp. z o.o. Oddział Dystrybucji Poznań
- ustalenia z Inwestorem,
- zlecenie i umowa z Inwestorem na wykonanie prac określonych w warunkach technicznych przyłączenia,
- wizja w terenie,
- wytyczne budowlane dla projektu architektoniczno-budowlanego,
- Przepisy i zarządzenia, a w szczególności:
 - Prawo Budowlane,
 - PBUE – nie obligatoryjnie,
 - Rozporządzenie Ministra Przemysłu z dnia 8 października 1990r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwpożarowej – nie obligatoryjnie,
- Normy (nie obligatoryjnie), a w szczególności:
 - PN-76/E-05125- Elektroenergetyczne linie kablowe i sygnalizacyjne. Projektowanie i budowa oraz norma SEP 9.10.2003 r,
 - PN-EN 60076-1 (2001) - Transformatory. Wymagania ogólne,
 - PN-88/E-08501- Urządzenia elektryczne. Tablice i znaki bezpieczeństwa,
 - PN-90/E-05023- (PN-EN 60446/2002(U)) -Oznaczenia identyfikacyjne przewodów elektrycznych barwami lub cyframi,
 - PN-EN 60445/2002 – (zamiast PN-90/E-01242) - Oznaczenia identyfikacyjne zacisków urządzeń i zakończeń przewodów oraz ogólne zasady systemu alfanumerycznego,
 - PN-92/E-05031 - (PN-EN 61140/2002(U)) - Klasyfikacja urządzeń elektrycznych i elektronicznych z punktu widzenia ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
 - PN-92/E – 8106 - (PN-EN 60529/2002(U)) - Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy (Kod IP),
 - PN-IEC 60364-4-442 (wrzesień 1999)- instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami. Ochrona instalacji niskiego napięcia przed przejściowymi przepięciami i uszkodzeniami przy doziemieniach w sieciach wysokiego napięcia,
 - PN-EN 60298 (luty 2000) - Rozdzielnice prądu przemiennego w osłonach metalowych na napięcia znamionowe powyżej 1 kV do 52 kV włącznie,
 - PN-EN 61330 (sierpień 2001 r) – Stacje transformatorowe prefabrykowane wysokiego napięcia na niskie napięcie,
 - PN-E-05115 (sierpień 2002r) Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV.

3.3 Stan istniejący

W chwili obecnej obiekt zasilany jest z wolnostojącej stacji transformatorowej SN/nn posadowionej w miejscu wskazanym na planie rys. nr 01. Jest to konsumentowa stacja kontenerowa SN/nn.

Z uwagi na zły stan techniczny, na stacji należy przeprowadzić prace remontowe.

3.4 Prace remontowe

3.4.1 Sieć zasilająca SN-15 kV

W celu realizacji zadania należy:

- przeprowadzić prace remontowe na istniejącej stacji transformatorowej SN/nn zgodnie z rys. nr 01. Zachować istniejący układ funkcjonalny oraz wymiary (szerokość i wysokość) pokazane na rys. nr 02,
- do stacji transformatorowej po przeprowadzeniu prac remontowych wprowadzić istniejący kabel SN-15kV typu 3xYHAKXs 1x120mm² 12/20kV. W przypadku braku możliwości wprowadzenia do stacji istn. kabla z zarobionymi głowicami kablowymi, należy przed budynkiem stacji kabel uciąć i przy zastosowaniu mufy przelotowej, po przedłużeniu projektowanym odcinkiem kabla 3xYHAKXs 1x120mm², wprowadzić do pola SN rozdzielnicy w stacji transformatorowej,
- istniejące linie kablowe nn-0,4kV po przeprowadzeniu prac remontowych na stacji transformatorowej wprowadzić ponownie do rozdzielnicy nn-0,4kV.

Trasy w/w linii kablowych nie ulegają zmianie.

Głębokość ułożenia kabli w ziemi mierzona od powierzchni gruntu do zewnętrznej górnej powierzchni powłok kabli powinna wynosić co najmniej 70 cm (nn-0,4kV) oraz 80 cm (SN-15kV). Kable układać na dnie wykopu, jeśli grunt jest piaszczysty, w pozostałych przypadkach kable układać na warstwie piasku o gr. co najmniej 10 cm, następnie zasypać drugą co najmniej dziesięciocentymetrową warstwą piasku i warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 15 cm, a następnie przykryć folią PCV koloru czerwonego, krawędzie pasa folii powinny wystawać min. 15 cm poza zewnętrzne powierzchnie skrajnych kabli. Na całej długości kable wyposażyć w trwałe ociechowane opaski oznaczeniowe z tworzywa sztucznego. Zachować odległości pionowe i poziome od istniejącego uzbrojenia podziemnego oraz pozostawić zapasy określone w PN-76/E-05125.. Po zakończeniu prac teren należy przywrócić do stanu pierwotnego.

Plan tras sieci kablowej SN oraz nn przedstawiono na rys. nr 01.

4.3.2. Charakterystyka techniczna stacji

Podczas prac remontowych dopuszcza się stosowanie wyrobów budowlanych innych niż użyto w stanie pierwotnym. Dotyczy to zarówno obudowy jak i wyposażenia elektrycznego stacji. Remontem objąć fundament, bryłę główną oraz dach. Obudowa stacji betonowa z trzema ścianami oddzielenia przeciwpożarowego i z wewnętrznym korytarzem obsługi. Fundament z betonu klasy B30 z wydzielonymi dwiema komorami: szczelną misą olejową i przedziałem kablowym. Misa olejowa musi pomieścić ponad 100% oleju z transformatora. W bryle głównej zabudować rozdzielnice SN i nn oraz transformator. Rozdzielnice stanowiąc mają niezależne elementy stacji. Otwory wentylacyjne zabezpieczyć żaluzjami zapewniającymi stopień ochrony od wpływów zewnętrznych IP43.

W podłodze korytarza obsługi umieścić właz do przedziału kablowego. Połączenia transformatora z rozdzielnicą SN zrealizować przy pomocy kabli, połączenie z rozdzielnicą nn przy pomocy kabli. W wydzielonej komorze transformatorowej przewidziano możliwość zainstalowania transformatora olejowego o mocy znamionowej do 630 kVA

Obudowa:

- dwa monolityczne elementy z betonu zbrojonego i wibrowanego, fundament a zarazem szczelna misa olejowa, bryła główna z trzema ścianami oddzielenia przeciwpożarowego (REI 120) z rozdzielnicami SN i n.n.,
- dach betonowy płaski,
- komora transformatorowa przystosowana do transformatora o mocy max 630kVA,
- obsługa rozdzielnicy SN i n.n. - wewnętrzna (z wewnętrznym korytarzem),
- drzwi i kraty wentylacyjne-aluminiowe, malowane farbą proszkową według palety RAL,
- wewnętrzna instalacja oświetleniowa,
- wewnętrzna instalacja uziemiająca.

Gabaryt stacji:

- | | |
|--|------|
| - szerokość u podstawy (mm) | 4260 |
| - głębokość u podstawy (mm) | 2410 |
| - wysokość transportowa z dachem kopertowym (mm) | 2480 |

Posadowienie stacji i prace montażowe.

Dla remontowanej stacji pod fundamentem należy wykonać podsypkę piaskowo-żwirową o grubości około 200mm. Należy zwrócić szczególną uwagę, aby powierzchnia podsypki była wypoziomowana i zagęszczona. Na tak przygotowane miejsce należy ustawić misę fundamentową stacji. Na posadowiony fundament stacji ułożyć pojedynczą warstwę taśmy uszczelniającej. Taśma uszczelniająca nie może nakładać się na siebie (aby nie była ułożona podwójnie), może to spowodować przedostawanie się cieczy do wnętrza stacji. Podczas układania taśmy uszczelniającej, nie należy jej rozciągać, może to spowodować jej uszkodzenie lub deformację. Na tak przygotowany fundament należy równo ustawić bryłę główną stacji, a następnie dach.

Prace remontowe wewnątrz stacji należy przeprowadzić w następującej kolejności;

- montaż transformatora,
- wykonanie połączenia między transformatorem a rozdzielnicą SN,
- wykonanie połączenia między transformatorem a rozdzielnicą n.n. 0,4 kV,
- wykonanie połączenia uziemienia wewnętrznego z uziomem zewnętrznym.

Transformator ustawić wzdłuż osi drzwi stroną niskiego napięcia od strony ścianki oddzielającej komorę transformatora od części eksploatacyjnej. Przed umieszczeniem transformatora w stacji, należy dostosować szyny jezdne (ich szerokość) do typu montowanego transformatora, jak również w odpowiednich miejscach zamontować elementy blokujące koła.

4.3.3. Rozdzielnica średniego napięcia.

Remontowaną stację wyposażyc w trójpolową, rozdzielnicę średniego napięcia z pojedynczym układem szyn zbiorczych. W skład rozdzielnicy SN wchodzi następujące pola: pole liniowe, pole pomiarowe i pole transformatorowe.

Rozdzielnica średniego napięcia – 3 polowa:

Pole transformatorowe typu RT1 nr 1

- rozłącznik typu GTR 2V 24.06.16. z uziemnikiem dolnym, podstawy bezpiecznikowe, napęd ręczny zasobnikowy, blokada drzwi, tor szynowy Cu.

Pole pomiarowe typu RP1 nr 2

- odłącznik GTR 4 z uziemnikiem dolnym, napęd ręczny, blokada drzwi, tor szynowy Cu,
- przekładnik prądowy TPU 60.13 5/5A, 5 VA, kl. 0,5, leg. szt. 3,
- przekładnik napięciowy UMZ 24-1, 15 VA, kl. 0,5, leg. szt. 3,
- podstawy bezpiecznikowe PBPM - 20 szt. 3,
- wkładki bezpiecznikowe WBP-20/0,5A szt. 3.

Pole liniowe typu RL1 nr 3

- rozłącznik typu GTR 2 24.06.16. z uziemnikiem dolnym, napęd ręczny zasobnikowy, blokada drzwi, tor szynowy Cu, sygnalizacja obecności napięcia.

Parametry techniczne rozdzielnicy

Napięcie znamionowe	24 kV
Poziom znamionowy izolacji: doziemnej i międzybiegunowej	125 kV/50 kV
Prąd znamionowy ciągły pól liniowych pola transformatora z bezpiecznikami	400A 40A
Prąd znamionowy 1-sek.	16kA
Prąd znamionowy szczytowy	40kA
Częstotliwość znamionowa	50Hz
Stopień ochrony	IP4X

4.3.4. Komora transformatora i transformator.

W stacji przewiduje się zainstalowanie transformatora olejowego typu TNOSN 160/15. Po ustawieniu i podłączeniu należy unieruchomić koła transformatora przez dokręcenie śrub blokujących. W drzwiach komory należy zainstalować barierki ochronne. W komorze transformatorowej przewiduje się zainstalowanie kondensatora statycznego do kompensacji prądu biegu jałowego transformatora.

4.3.5. Rozdzielnica niskiego napięcia.

W stacji przewidziano zainstalowanie rozdzielnicy niskiego napięcia wyposażonej w 10 pól odpływowych.

Rozdzielnica n.n. typu RN-W – 10 polowa:

- rozłącznik główny INP 1250 A szt. 1,
- pola odpływowe z rozłącznikami bezpiecznikowymi SL2 - 400 A szt. 5,
- tablica pomiarowa układu pośredniego.

Parametry techniczne rozdzielnicy nn

Napięcie znamionowe łączeniowe	400 V
Napięcie znamionowe izolacji	690 V

Prąd znamionowy ciągły pola zasilającego i szyn zbiorczych	1250 A
Prąd znamionowy ciągły pola odpływowego	400 (630) A
Prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymały	20 kA
Prąd znamionowy szczytowy wytrzymały	40 kA
Środek ochrony przed porażeniem	PEN (PE + N)
Szyny zbiorcze	Cu P60 x 10
Szyna PEN, (N)	Cu P60 x 10
Szyna (PE)	Cu P40 x 5
Liczba pól odpływowych	10
Stopień ochrony:	
obudowy	IP00
osłon szyn zbiorczych i odpływów od strony obsługi	IP2X

4.3.6 Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej.

Remontowaną stację wyposażać w układ pośredni pomiarowy w układzie trójfazowym, czteroprzewodowym, umożliwiający jednokierunkowy pomiar energii czynnej i dwukierunkowy pomiar energii biernej.

W skład zainstalowanego układu pomiarowego wchodzić będą:

- przekładniki napięciowe typu UMZ 24-1, 15/ $\sqrt{3}$ /100/ $\sqrt{3}$ kV 10VA, kl.0,5 zlokalizowane w polu nr 2 (przekładniki wyłącznie dla celów rozliczeniowego pomiaru energii).
- przekładniki prądowe typu TPU 60.13, 5/5A, 5VA, kl.0,5 FS5, dobrane do mocy przyłączeniowej, zainstalowane w polu nr 2 (przekładniki wyłącznie dla celów rozliczeniowego pomiaru energii).

Dla zrealizowania układu pomiarowego zainstalowane zostaną następujące urządzenia:

- elektroniczny 2 kwadrantowy licznik energii elektrycznej typu EQM 3x58/100V, 5A z napięciem pomocniczym 230 V, klasy 0,5 dla mocy czynnej i klasy 1 dla mocy biernej produkcji ZEUP Pozyton,
- modem komunikacyjny GSM/GPRS typu GTm-s,
- modem komunikacji internetowej MKi-4sm(UKi) - dla Klienta,
- zegar synchronizacji czasu typu US-151,
- dwie Listwy SKA,
- UPS o mocy 400 VA, 5 min do bezprzerwowego zasilania w/w urządzeń.

Licznik EQM w układzie pomiarowym będzie synchronizowany czasowo poprzez zegar synchronizacji czasu typu US-151. Licznik EQM będzie przystosowany do zasilania rezerwowego z sieci napięcia gwarantowanego 230 V AC.

Licznik posiada będą funkcję pomiaru strat energii.

Cały układ pomiarowy zostanie przystosowany do plombowania począwszy od przekładników a kończąc na urządzeniach toru transmisyjnego.

Urządzenia, które nie są fabrycznie przystosowane do plombowania należy wyposażać w odpowiednie osłony umożliwiające plombowanie.

Kontrola obecności napięcia zrealizowana zostanie w liczniku EQM.

4.3.7 Rejestracja pomiarów.

Pomiar energii przez dostawcę energii ENEA.

Dla celów rejestracji pomiarów przez dostawcę energii ENEA Operator Sp. z o.o. zaprojektowano układ transmisji oparty o modem komunikacyjny GSM/GPRS typu GTM-s.

Połączenie licznika EQM z modem GTm-t zrealizowane będzie poprzez interfejs RS485.

Komunikacja z ENEA Operator Sp. z o.o. odbywać się będzie za pomocą połączenia GSM/GPRS.

Modem GTm-s będzie posiadał usługę CSD i pracował będzie w trybie transmisji danych CSD.

Pomiar energii przez Klienta.

W celu rejestracji pomiarów po stronie odbiorcy zaprojektowano układ transmisji oparty o modem komunikacji internetowej MKi-4sm(UKi). Połączenie licznika z modułem MKi-4sm(UKi) zrealizowane będzie niezależną magistralą poprzez dodatkowy moduł transmisyjny RS485 montowany do licznika EQM. Komunikacja z lokalną siecią klienta odbywać się będzie przy pomocy połączenia Ethernet.

Obwody napięcia gwarantowanego.

Wszystkie projektowane urządzenia związane z pomiarem energii zasilane będą napięciem gwarantowanym 230 V AC z wykorzystaniem UPS-a. Zasilanie UPS-a wykonane będzie z istniejących wydzielonych obwodów rozdzielnic głównej niskiego napięcia. Obwody układów pomiarowych zabezpieczone będą wyłącznikami nadprądowymi.

Oznaczenia aparatury i sprzętu.

Obwody należy odrutować zgodnie z schematami połączeń i przyłączeń. Do drutowania stosować przewody miedziane typu DY-750 lub Lg-750.

Drutowanie należy wykonać przewodami:

- obwody prądowe – przewodem 2,5 mm²,
- obwody napięciowe - przewodem 1,5 mm², oznaczony
- pozostałe obwody - przewodem 1,5 mm², oznaczony

Każdy aparat lub osprzęt oznaczyć zgodnie z zestawieniem tabliczek informacyjnych. Każdy koniec przewodu przyłączony do aparatu i listwy zaciskowej opisać.

Ponadto końcówki adresowe od strony listwy zaciskowej również oznaczyć numerem kolejnym zacisku, do którego dany przewód jest podłączony.

4.3.7. Uziemienia.

Uziemienie ochronne i robocze posiada wspólny uziom. Uziom musi powodować ograniczenie napięć rażeniowych w urządzeniach SN do 65 V. Dla stacji zaprojektowano uziom otokowy Fe/Zn 30×4 w odległości 1,0 m od zarysu stacji na głębokości 0,8 m. Połączenie uziomu z instalacją uziemiającą wykonać przy zastosowaniu złącz kontrolnych. Do instalacji uziemiającej należy podłączyć zacisk N transformatora, obudowy, osłony łączników i innych urządzeń, kadzie transformatorów elementy napędów i urządzeń pomocniczych do obsługi urządzeń rozdzielczych, konstrukcje i słony rozdzielnic, głowice kablowe, powłoki metalowe, pancerze i żyły powrotne kabli, podstawy izolatorów zamontowane na nie uziemionych konstrukcjach wsporczych, ogrodzenia oraz barierki zainstalowane na stałe. W pogłębionych o 15 cm (w stosunku do wymaganych) wykopach kablowych zagłębić uziemiacze pionowe z prętów stalowych pomiedziowanych $\Phi 17,2$ mm długości 9 m i następnie połączyć je bednarką przyłączoną do uziomu otokowego stacji. Po wykonaniu uziomów bednarkę przykryć 15 cm warstwą rodzimego gruntu, a następnie przystąpić do układania kabli SN. Dokonać pomiarów rezystancji wypadkowej uziemienia stacji (metodą techniczną). W razie konieczności rozbudować uziomy i powtórzyć pomiary.

4.3.8 Oświetlenie pomieszczeń stacji.

Stację wyposażać w instalację oświetleniową i gniazd wtyczkowych. Zasilanie instalacji oświetleniowej stacji wykonać z pola zasilającego rozdzielniczy niskiego napięcia. Zabezpieczenia obwodu oświetleniowego oraz obwodu gniazd wtyczkowych bezpiecznikiem topikowym.

4.3.9 Ochrona od porażen

Ochroną przed dotykiem pośrednim jest uziemienie. Stacja posiada wspólny uziom ochrony i roboczy. Do instalacji uziemiającej stacji należy podłączyć zacisk N transformatora, obudowy, osłony łączników i innych urządzeń, kadzie transformatorów elementy napędów i urządzeń pomocniczych do obsługi urządzeń rozdzielczych, konstrukcje i słony rozdzielnic, głowice kablowe, powłoki metalowe, pancerze i żyły powrotne kabli, podstawy izolatorów zamontowane na nie uziemionych konstrukcjach wsporczych, ogrodzenia oraz barierki zainstalowane na stałe.

4.3.10 Sprzęt BHP i p.poż.

W pomieszczeniu rozdzielni 15kV należy przewidzieć w korytarzu obsługi chodnik elektroizolacyjny 20kV.

Dodatkowo wszystkie drzwi do pomieszczeń stacji należy wyposażać w:

- tabliczki informacyjne opisujące przeznaczenie pomieszczenia,
- tabliczki ostrzegawcze „Nie dotykać! Urządzenie elektryczne”

W drzwiach wejściowych (od wewnątrz) do komór transformatorowych należy zastosować barierki z tabliczkami ostrzegawczymi „Pod napięciem”.

ZESTAWIENIE SPRZĘTU OCHRONNEGO DLA STACJI 15 kV / 0,4 kV

Podstawowy sprzęt BHP

L.p.	Wyszczególnienie	Ilość
1.	Uniwersalny drążek izolacyjny 20kV	2 szt.
2.	Zaczep manewrowy do uziemiaczy przen. ZU	1 szt.
3.	Akustyczno-neonowy wskaźnik napięcia 6-22 kV	2 szt.
4.	Chwytnik manewrowy CHM	1 szt.

5.	Kleszcze izolacyjne 1-30 kV (do bezpieczników)	1 szt.
6.	Chodnik gumowy dielektryczny o grub. 4mm, szer. 1 m, dług. 3 m	1 kpi.
7.	Przenośne uziemiacze ochronne 3-fazowe, 50mm ² Cu, o długości 5/3m typu U3-0-5/3-13	2 kpi.
8.	Neonowy uzgadniacz faz	1 szt.
9.	Wskaźnik napięcia do 1 kV	2 szt.
10.	Uchwyty do bezpieczników z rękawem	2 szt.
11.	Dielektryczne rękawice gumowe	2 pary
12.	Półbuty izolacyjne dielektryczne gumowe 15 kV	2 pary
13.	Helm przeciwuderzeniowy dla energetyków	2 szt.
14.	Okulary ochronne przeciwodpryskowe	2 szt.

Sprzęt dielektryczny musi posiadać aktualny okres ważności badań technicznych.

Sprzęt pomocniczy, tablice ostrzegawcze mocowane na stałe dla stacji 15/0,4 kV i rozdzielni 0,4 kV

1. Napis „NIE DOTYKAĆ URZĄDZENIE ELEKTRYCZNE”; 75x125 3 szt.

Sprzęt pomocniczy, tablice ostrzegawcze przenośne

1.	Napis „NIE WŁĄCZAĆ”, RP-3 300x200	6 szt.
2.	Napis „NIE DOTYKAĆ URZĄDZENIE ELEKTRYCZNE”, RP-1 300x200	3 szt.
3.	Napis „MIEJSCE PRACY”, RP-4 300x200	2 szt.
4.	Napis „UZIEMIONE”, RP-6 300x200	2 szt.
5.	Napis „NIE DOTYKAĆ URZĄDZENIE ELEKTRYCZNE”, OP-1 300x200	1 szt.

Wyposażenie pomocnicze

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość
1.	Instrukcja o doraźnej pomocy porażonemu prądem elektrycznym	1 szt.
2.	Szafka do przechowywania drobnego sprzętu BHP	1 szt.
3.	Wieszak na izolacyjny sprzęt ochronny	1 szt.
4.	Wieszak na uziemiacze przenośne	1 szt.
5.	Wieszak na tablice ostrzegawcze	1 szt.
6.	Apteczka pierwszej pomocy (wyposażona)	1 szt.

Sprzęt przeciwpożarowy

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość
1.	Gaśnica proszkowa 12 kg	2 szt.

4.3.9. Badania stacji po montażu.

Po pracach remontowych w stacji wykonać pomiary;

- rezystancji uziemienia stacji,
- rezystancji izolacji rozdzielnic SN i n.n. 0,4 kV,
- skuteczności działania ochrony przeciwporażeniowej,
- prób napięciowych rozdzielnic,
- prób napięciowych kabli.

4.4. Prace montażowo - wykonawcze

Prace montażowo – wykonawcze wykonać zgodnie z poniższymi wytycznymi:

1. Wszystkie prace należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami oraz w oparciu o niniejszą dokumentację.

2. Montaż urządzeń należy wykonać zgodnie z instrukcją producenta urządzeń.
3. Po zakończeniu montażu urządzeń należy wykonać wymagane próby napięciowe i pomiary poprzedzające załączanie urządzeń pod napięcie.
4. Dla wszystkich prób i pomiarów należy sporządzić protokoły badań.
5. Całość robót musi być odebrana przez odpowiednie służby Zamawiającego oraz służby ENEA.

Opracował:

mgr inż. Dariusz Zawada

4.5. Obliczenia techniczne

Dane zastosowanych urządzeń:

Lp.	Wyszczególnienie	Typ	Pobór mocy Parametry uzwojeń
1	Licznik	EQM prod. Pozyton	Pobór mocy przez tor napięciowy $S_{ap}=0,05$ VA/fazę Pobór mocy przez tor prądowy $S_{ap}=0,05$ VA/fazę

Dobór przekładników

Moc przyłączeniowa $P = 90$ kW

$$I_{ODB} = \frac{P_{przyl}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{90}{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 0,93} \approx 4,0[A]$$

OBLICZENIA PARAMETRÓW ZWARCIOWYCH PO STRONIE SN 15kV:

Sprawdzenie prądu zwarcia na szynach SN rozdzielni proj. stacji

Napięcie zasilania	- $U_n = 15$ kV
Moc zwarcia na szynach SN 15kV	- $S_{zw} = 200$ MVA
w GPZ „Bolechowo” (wg w.p.)	- $t_{zw} = 1$ sek.
Czas trwania zwarcia (założono)	- $P_s = 90$ kW
Moc szczytowa (wg w.p.)	-
Zasilanie:	-
L1=3xYHAKXS 1x240mm ²	L1=1209m
L2=3xYHAKXS 1x120mm ²	L2=600m
L3=3xAFL-6 50mm ²	L3=4060m
L4=3xYHAKXS 1x120mm ²	L4=79m
L5=3xAFL-6 35mm ²	L5=12m
L6=3xYHAKXS 1x120mm ²	L6=16m

Reaktancja zastępcza systemu :

$$X_s = \frac{1,1 \cdot U_{SN}^2}{S_{zw}} = \frac{1,1 \cdot 15^2}{200} = 1,237 \Omega$$

Rezystancja i reaktancja linii zasilającej relacji: GPZ Bolechowo ÷ rozdzielnia SN w proj. stacji:

$R_{L1} = R_0^* \cdot l = 0,165 \cdot 1,209 = 0,2 \Omega$	$X_{L1} = X_0^* \cdot l = 0,3 \cdot 1,209 = 0,36 \Omega$
$R_{L2} = R_0^* \cdot l = 0,328 \cdot 0,6 = 0,19 \Omega$	$X_{L2} = X_0^* \cdot l = 0,23 \cdot 0,6 = 0,14 \Omega$
$R_{L3} = R_0^* \cdot l = 0,613 \cdot 4,06 = 2,49 \Omega$	$X_{L3} = X_0^* \cdot l = 0,33 \cdot 4,06 = 1,87 \Omega$
$R_{L4} = R_0^* \cdot l = 0,328 \cdot 0,079 = 0,02 \Omega$	$X_{L4} = X_0^* \cdot l = 0,23 \cdot 0,079 = 0,018 \Omega$
$R_{L5} = R_0^* \cdot l = 0,861 \cdot 0,012 = 0,01 \Omega$	$X_{L5} = X_0^* \cdot l = 0,33 \cdot 0,012 = 0,004 \Omega$
$R_{L6} = R_0^* \cdot l = 0,328 \cdot 0,016 = 0,004 \Omega$	$X_{L6} = X_0^* \cdot l = 0,23 \cdot 0,016 = 0,004 \Omega$

Impedancja wypadkowa:

$$Z_z = \sqrt{R_z^2 + X_z^2} = \sqrt{R_L^2 + (X_L + X_s)^2} = 4,25 \Omega$$

Składowa zgodna prądu początkowego zwarcia trójfazowego:

$$I_1 = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_z} = \frac{1,1 \cdot 15}{\sqrt{3} \cdot 4,25} = 2,24 \text{ kA}$$

Prąd początkowy zwarcia:

$$I_p = m \cdot I_1 = 1 \cdot 2,24 = 2,24 \text{ kA}$$

Prąd zwarciovy udarowy:

$$R_Z = 2,9 \Omega \quad X_Z = 3,1 \Omega \quad \frac{R_Z}{X_Z} = 0,93 \quad , \text{ stąd } k_u = 1,4$$

$$i_u = \sqrt{2} \cdot k_u \cdot m \cdot I_1 = \sqrt{2} \cdot 1,4 \cdot 2,24 = 4434,9 \text{ A}$$

$$i_u \approx 4,5 \text{ kA}$$

Prąd zastępczy zwarciovy 1-sekundowy (wg PN-90/E-05025):

$$I_{th} = I_k'' \cdot \sqrt{m+n}$$

$$I_k'' = I_p$$

$$I_{th} = 2,24 \cdot \sqrt{0+1} = 2,24 \text{ kA}$$

$$I_{th} \approx 2,24 \text{ kA}$$

Sprawdzenie doboru obwodów pierwotnych przekładników prądowych:

Lp.	Parametr	Wartości obliczeniowe	Parametry katalogowe przekładnika	Warunki doboru	Sprawdzenie doboru
1.	Prąd znamionowy	$I_{obl}=4\text{A}$	Prąd znam. pierwotny przekładnika $I_{pn}=5\text{A}$	-	-
2.	Prąd zwarciovy ciepłny zastępczy	$I_{th}=2,24\text{kA}$	Znamionowy krótkotrwały prąd ciepłny (1 sek.) $I_{th} = I_{pn} \times 500 = 5\text{A} \times 500 = 2,5\text{kA}$	$I_{th} \leq I_{pn} \cdot 500$	$2,24\text{kA} < 2,5\text{kA}$
3.	Prąd zwarciovy 1-sekundowy	$I_1=I_p=2,24\text{kA}$	Max. krótkotrwały prąd ciepłny (1sek.) $I_{thmax}=60\text{kA}$	$I_{thmax} \geq I_1$	$60\text{kA} > 2,24\text{kA}$
4.	Prąd zwarciovy udarowy	$i_u=4,5\text{kA}$	Znamionowy krótkotrwały prąd dynamiczny $I_{dyn}=2,5 \times I_{th} = 2,5 \times 2,5 = 6,25\text{kA}$	$i_u \leq I_{dyn}$	$4,5\text{kA} < 6,25\text{kA}$

Sprawdzenie doboru obwodów wtórnych przekładników prądowych:

Objaśnienia

S_k – straty mocy w kablach;

S_a – pobór mocy w aparatach;

S_s – pobór mocy na stykach;

S_p – moc rdzenia pomiarowego;

S_2 - obciążenie strony wtórnej przekładnika;

S – przekrój kabla;

R_k – rezystancja kabli;

Dane wyjściowe:

$L = 5 \text{ m}$

$s = 2,5 \text{ mm}^2$

$S_p = 5 \text{ VA}$

$S_a = 0,05 \text{ VA}$

$S_s = 1,5 \text{ VA}$

γ - przewodność miedzi;

I_{wt} – prądy strony wtórnej przekładników;

I_{obl} - prąd obliczeniowy strony pierwotnej 15kV;

$\Delta U_{\%}$ - spadek napięcia;

P – sumaryczna moc zapotrzebowana obiektu;

U - napięcie zasilające;

L – długość kabli obwodów wtórnych;

Moc tracona w kablach strony wtórnej (przekładników prądowych):

$$R_k = \frac{2 \cdot L}{\gamma \cdot S} = \frac{2 \cdot 5}{56 \cdot 2,5} = 0,07 \Omega$$

$$S_k = I_{wr2}^2 \cdot R_k = 5^2 \cdot 0,07 = 1,8VA$$

Całkowite obciążenie przekładników prądowych:

$$S_2 = S_k + S_a + S_s = 1,8 + 0,05 + 1,5 = 3,3VA$$

Warunek poprawnego doboru przekładników prądowych:

$$0,25 \cdot S_p \leq S_2 \leq 1 \cdot S_p$$

$$0,25 \cdot 5 \leq 3,3 \leq 1 \cdot 5$$

$$1,25VA \leq 3,3VA \leq 5VA$$

Dobrano przekładniki prądowe:

TPU 60.13, 5/5A, 5VA, kl. 0,5 FS5, 500xl_{th},

Dobór mocy uzwojenia przekładnika napięciowego pole nr 2.

Warunek poprawnego doboru przekładników napięciowych:

$$(1) \quad 0,25 \cdot S_p \leq S_{odb} \leq S_p$$

Całkowite obciążenie przekładnika napięciowego:

$$(2) \quad S_{odb} = S_{ap}$$

gdzie:

S_p - moc uzwojenia przekładnika napięciowego

S_{odb} - moc obciążenia przekładnika napięciowego

S_{ap} - pobór mocy przez licznik

Dane wejściowe:

$$S_p = 10VA, \quad 0,25 \cdot S_p = 2,5 VA$$

$$S_{odb} = S_{ap} = 0,05 VA$$

Obliczenia:

Po uwzględnieniu zależności (1) otrzymujemy

$$2,5VA \leq 0,05VA \leq 10VA$$

Warunki poprawnego doboru przekładników napięciowych nie są spełnione.

Przekładniki napięciowe należy dociążyć mocą $S_{dodatkowe} \geq 2,45 VA$

Przyjęto moc $S_{dodatkowe} \geq 2,75 VA$

Dobrano rezystory dociągające $R_d = 1,2 k\Omega$.

Po dociążeniu.

$$2,5 VA \leq 2,8 VA \leq 10 VA$$

Zaprojektowano standardowe rezystory dociągające **RD-50/3 3x1,2k Ω** (połączenie w trójkąt)

Warunki doboru zostały spełnione dla projektowanych przekładników typu UMZ 24-1, 15/ $\sqrt{3}$ /0,1/ $\sqrt{3}$, 10VA, kl. 0,5 po zastosowaniu rezystorów dociągających.

Spadek napięcia w obwodach napięciowych

Dane:

Moc pobierana przez rezystory dociągające 2,75VA

Moc pobierana przez licznik 0,05VA

$$\text{Dla odcinka 7m } \Delta U_{\%} = \frac{200 \cdot P_{dla6m} \cdot l}{\gamma \cdot s \cdot U_n^2} = \frac{200 \cdot 2,75 \cdot 5}{56 \cdot 1,5 \cdot 100^2} = 0,003\%$$

Warunki poprawnego doboru przekładników napięciowych są spełnione.

Obliczenia mnożnej A_{Cu} dla obliczenia strat I^2h i A_{Fe} dla obliczenia strat U^2h w konsumentowych liniach SN

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

$$A_{obc} = \left(\frac{l}{\gamma \cdot s} \right) \cdot \delta_p^2 \cdot 10^{-3} = 0,0088$$

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

$$A_{jal} = \omega \cdot C \cdot l \cdot \delta_U^2 \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot 10^{-6} = 0,0543$$

dane:

γ - przewodność właściwa	35
$\operatorname{tg} \delta$ - współczynnik strat dielektrycznych	0,004 (0,03)
δ_p - przekładnia przekł. prądowego	10 (50/5 [A/A])
δ_U - przekładnia przekł. napięciowego	150 ($\frac{15kV}{\sqrt{3}} / \frac{100V}{\sqrt{3}}$)
s – przekrój kabla	70mm ²
l – długość linii kablowej	46 mb
C – pojemność robocza kabla	0,2 dla 70m ²
s – przekrój przewodu	35mm ²
l – długość linii napowietrznej	85 mb
C – pojemność robocza przewodu	0,009μ dla 35m ² ($B_0 \cdot l = 3\mu S/km = 2\pi f \cdot C_0$)
ω - 2πf	314