

ZLECENIODAWCA/
INWESTOR

MIEJSKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW
I KANALIZACJI SP. Z O.O.
UL. JANOWIECKA 100, 62-100 WĄGROWIEC

EGZ. NR ...

FAZA OPRACOWANIA
DOKUMENTACJI

PROJEKT TECHNICZNY

TOM IV

PRZEBUDOWA STACJI TRANSFORMATOROWEJ

ZADANIE

PRZEBUDOWA I ROZBUDOWA PRZEPOMPOWNI PRZY ULICY KLASZTORNEJ
W WĄGROWCU

NR EWIDENCYJNE
DZIAŁEK

NR EWIDENCYJNY DZIAŁKI: 2423, 2424, 2428
JEDN. EWID. WĄGROWIEC-MIASTO, OBRĘB EWID. 302801_1.0001, WĄGROWIEC

KATEGORIA OBIEKTU
BUDOWLANEGO

XXX

ZESPÓŁ AUTORSKI:

IMIĘ I NAZWISKO	NR UPRAWNIENI	BRANŻA	PODPIS
PROJEKTOWAŁ: mgr inż. Paweł KOŻUCH	SLK/4013/PWOE/11 Uprawnienia do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń Członek ŚLOIIB nr ewid. SLK/IE/7582/12	ELEKTRYCZNA	
SPRAWDZIŁ: mgr inż. Paweł BLADY	SLK/0366/PWOE/04 Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych członek ŚLOIIB nr ewid. SLK/IE/2202/04	ELEKTRYCZNA	

DATA OPRACOWANIA: WRZESIEŃ 2020r.

PROJEKT UZGODNIONO
w ENEA Operator Sp. z o.o.

pod względem zgodności z warunkami przyłączenia do sieci

znak 56048/2019/ODS/RR3.....

z dnia 14.01.2020r (z późniejszymi zmianami)

do układu pomiarowo-rozliczeniowego włącznie - ~~bez uwag~~

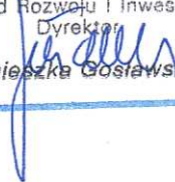
z uwagami podanymi w załączonym piśmie ENEA Operator Sp. z o.o.

(niepotrzebne skreślić)

Uzg. znak: 23365/2021 Poznań, dnia 2021-02-02

podpis
pieczęć imienna

ENEA Operator Sp. z o.o.
ODDZIAŁ DYSTRYBUCJI POZNAŃ
Zakład Rozwoju i Inwestycji

Dyrektor

Agnieszka Gosiewska

Uzgodnienie nr

23365/2021

ENEA Operator Sp. z o.o./RR

SPIS TREŚCI

I. OPIS TECHNICZNY – PRZEPOMPOWIA KLASZTORNA	3
1 PODSTAWA OPRACOWANIA	3
2 ZAKRES OPRACOWANIA	3
3 WSTĘP	3
4 PODSTAWOWE PARAMETRY UKŁADU ELEKTROENERGETYCZNEGO	3
4.1 ZASILANIE PODSTAWOWE	3
5 ZASILANIE PRZEPOMPOWNI ŚCIEKÓW W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ – STAN ISTNIEJĄCY	4
6 ZASILANIE PRZEPOMPOWNI ŚCIEKÓW W ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ – STAN PROJEKTOWANY	4
7 ZASILANIE REZERWOWE Z AGREGATU PRĄDOTWÓRCZEGO	5
8 OBIEKT NR V - ISTNIEJĄCY BUDYNEK ENERGETYCZNY	5
8.1 INSTALACJE OŚWIETLENIA	5
8.2 INSTALACJE GNIAZD WTYKOWYCH	5
8.3 INSTALACJA WYRÓWNAWCZA	5
8.4 SYSTEM UZIOMOWY	6
9 ROZDZIELNICA RGNN	6
9.1 AUTOMATYKA SZR	7
9.2 OCHRONA PRZECIWPRZEPięCIOWA W STACJI TRANSFORMATOROWEJ	8
10 UKŁAD POMIAROWO-ROZLICZENIOWY ENERGII ELEKTRYCZNEJ	8
10.1 TABLICA POMIAROWA TL1	8
10.2 LISTWA POMIAROWA	9
11 WYMIANA TRANSFORMATORA	9
12 BRAMA DO KOMORY TRANSFORMATOROWEJ	9
13 PRZEDSIĘWZIĘCIA OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ	10
14 WYKONYWANIE PRAC – PRZEPISY BHP	11
15 UWAGI KOŃCOWE	11
II. OBLICZENIA TECHNICZNE – DOBÓR PRZEKŁADNIKÓW
III. OBLICZENIA TECHNICZNE – DOBÓR TRANSFORMATORA I OBLICZENIA ZWARCIOWE
IV. ZAŁĄCZNIKI
1. WARUNKI PRZYŁĄCZENIA NR 56048/2019/OD5/RR3 Z DNIA: 14.01.2020R.	ZAŁ. NR 1
2. KARTA KATALOGOWA TRANSFORMATORA TR1	ZAŁ. NR 2
3. PISMO ENEA OPERATOR SP. Z O.O. – UZGODNIENIE PROJEKTU ZNAK: RR/JM/WEO21E023365K2100040809 Z DNIA: 02.02.2021R.	ZAŁ. NR 3
V. RYSUNKI
1. PLAN SYTUACYJNY	RYS. NR E-01
2. OBIEKT NR V - PLAN INSTALACJI OŚWIETLENIA I ROZMIESZCZENIA URZĄDZEŃ W STACJI TRAFO.	RYS. NR E-02
3. OBIEKT NR V - PLAN INSTALACJI WYRÓWNAWCZEJ I UZIEMIENIA	RYS. NR E-03
4. BŁOKOWY SCHEMAT ZASILANIA OBIEKTÓW PRZEPOMPOWNI	RYS. NR E-04
5. SCHEMAT IDEOWY UKŁADU POMIAROWEGO W TABLICY TL1 – ZASILANIE PODSTAWOWE	RYS. NR E-05
6. WIDOK TABLICY POMIAROWEJ TL1	RYS. NR E-06
7. SCHEMAT IDEOWY ROZDZIELNICY NISKIEGO NAPIĘCIA RGNN	RYS. NR E-07
8. WIDOK ROZDZIELNICY NISKIEGO NAPIĘCIA RGNN	RYS. NR E-08

I. OPIS TECHNICZNY – PRZEPOMPOWNI KLASZTORNA

do projektu technicznego pt. „PRZEBUDOWA I ROZBUDOWA PRZEPOMPOWNI PRZY ULICY KLASZTORNEJ W WĄGROWCU” – przebudowa stacji transformatorowej

1 Podstawa opracowania

Niniejszy projekt opracowano na podstawie:

- umowy o prace projektowe zawartej z Inwestorem,
- warunków przyłączenia do sieci elektroenergetycznej ENEA Operator Sp. z o.o. nr 56048/2019/OD5/RR3 z dnia: 14.01.2020r.,
- mapy zasadniczej terenu 1:500 do celów projektowych,
- inwentaryzacji w terenie przeprowadzonej dla celów projektowych,
- uzgodnień międzybranżowych,
- uzgodnień z Inwestorem,
- obowiązujących przepisów i norm.

2 Zakres opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje swoim zakresem:

- wymianę mostu szynowego SN do transformatora TR1 na połączenie kablowe,
- wymianę istniejącego transformatora olejowego 160kVA 15/0,4kV w komorze transformatorowej w stacji 03-K2001 na nowy suchy TR1 250kVA 15/0,4kV,
- wymianę mostu szynowego nN od transformatora TR1 do rozdzielnicy RGNN na połączenie kablowe,
- dostosowanie układu pomiarowo-rozliczeniowego zasilania w energię elektryczną do zwiększenia mocy obiektu z istniejących 70kW do 160kW,
- wymiana istniejącej rozdzielnicy głównej nN 0,4kV na nową RGNN, w stacji transformatorowej 03-K2001,
- wymiana istniejącego agregatu prądotwórczego na nowy o mocy 250kVA,
- instalacje potrzeb własnych stacji transformatorowej,
- instalacje wyrównawcze w pomieszczeniach stacji transformatorowej,
- uziemienie stacji transformatorowej.

3 Wstęp

Przedmiotem niniejszego projektu technicznego jest przedstawienie i uzgodnienie rozwiązań technicznych związanych przebudową istniejącej stacji transformatorowej 03-K2001 i z przystosowaniem istniejącej stacji transformatorowej na terenie przepompowni ścieków w Wągrowcu przy ul. Klasztornej do:

- zwiększonego poboru mocy na przyłączy podstawowym, na podstawie wydanych warunków przyłączenia zgodnie z załącznikami.

4 Podstawowe parametry układu elektroenergetycznego

Na terenie przepompowni ścieków znajduje się stacja transformatorowa wewnętrzna będąca własnością inwestora ozn. 03-K2001. Stacja transformatorowa jest zasilania napięciem 15kV z jednego przyłącza SN.

4.1 Zasilanie podstawowe

Napięcie zasilania SN	- $U_n=15kV$
Napięcie znamionowe instalacji odb. nN	- $U_n= 3x230/400V$
Moc przyłączeniowa istniejąca	- $P_{pi} = 70kW$
Moc przyłączeniowa projektowana	- $P_{pp}= 160kW$

Układ sieci stacji transformatorowej proj. - TN-C,
Układ sieci przepompowni ścieków proj. - TN-C-S,

Miejsce dostarczenia energii i rozgraniczenia własności:

- Izolatory przepustowe SN-15kV
w stacji nr 03-K2001 pomiędzy polem
SN nr 2 a komorą transformatora.
Izolatory przepustowe na majątku
i w eksploatacji odbiorcy.

Układ pomiarowo-rozliczeniowy energii elektrycznej - trójfazowy, półpośredni
z synchronizacją czasu,
z transmisją danych do OSD,
zlokalizowany w budynku
energetycznym ob. V, (03-K2001).

Ochrona przeciwporażeniowa:

- a) ochrona podstawowa przed dotykiem bezpośrednim - izolacja przewodów i osłony rozdzielnic,
- b) ochrona przed dotykiem pośrednim - samoczynne szybkie wyłączenie zasilania za pomocą wyłączników różnicowoprądowych i wyłączników nad prądowych, II-ga klasa ochronności.

5 Zasilanie przepompowni ścieków w energię elektryczną – stan istniejący

Obecnie przepompownia ścieków jest zasilana z istniejącej stacji transformatorowej nr 03-K2001 przyłączem SN 15kV z sieci ENEA Operator Sp. z o.o. w III-ciej grupie przyłączeniowej.

Istniejąca moc przyłączeniowa dla przepompowni wynosi 70kW.

Stacja transformatorowa zlokalizowana jest w budynku energetycznym ob. nr V na terenie przepompowni. Rozdzielnica SN 15kV stanowi własność i jest w eksploatacji ENEA Operator Sp. z o.o. Miejsce dostarczenia energii elektrycznej są izolatory przepustowe (izolatory są na majątku i w eksploatacji Inwestora) pomiędzy pomieszczeniem rozdzielnic RSN a komorą transformatorową. Pozostałe urządzenia i instalacje są na majątku i w eksploatacji Inwestora.

Z rozdzielnic SN szynami poprzez w/w izolatory przepustowe zasilany jest transformator olejowy o mocy 160kVA 15/0,4kV zabudowany w wydzielonej komorze transformatorowej.

Z transformatora energia elektryczna doprowadzona jest szynami Al do istniejącej rozdzielnic głównej RG zlokalizowanej w wydzielonym pomieszczeniu w budynku energetycznym. Układ pomiarowo-rozliczeniowy jest pół pośredni na napięciu nN. Przekładniki i tablica licznikowa zlokalizowane są w rozdzielnic RG.

6 Zasilanie przepompowni ścieków w energię elektryczną – stan projektowany

W związku z przebudową i rozbudową przepompowni ścieków należy zwiększyć moc przyłączeniową dla:

- przyłącza podstawowego z istniejących 70kW do 160kW.

W związku z powyższym należy:

- dokonać wymiany istniejącego transformatora olejowego na nowy TR1 SN/nN, 15/0,4kV 250kVA suchy żywiczny,
- dokonać wymiany istniejącej rozdzielnic RG na nową ozn. RGNN o prądzie znamionowym 400A wyposażoną w układ SZR,
- dokonać wymiany istniejącego układu pomiarowo-rozliczeniowego na nowy z licznikiem i urządzeniami transmisji danych zabudowanymi w nowej tablicy TL1,

- nowy układ pomiarowy należy wyposażyć w układ transmisji danych do istniejącego programu SKADEN zainstalowanego na komputerze Głównego Energetyka.

Ponadto należy wymienić:

- istniejący most szynowy SN od izolatorów przepustowych do transformatora na połączenie kablowe kablami typu YHAKXS 12/20kV 70/25,
- istniejący most szynowy nN od transformatora do rozdzielnicy RGNN na połączenie kablowe kablami typu 4x YKXS 0,6/1kV 1x240,

Na zwiększenie mocy przyłączeniowej dla obiektu uzyskano warunki przyłączenia nr 56048/2019/OD5/RR3 z dnia 14.01.2020r. stanowiące załącznik do niniejszej dokumentacji.

7 Zasilanie rezerwowe z agregatu prądotwórczego

Ze względu na wzrost mocy instalacji należy wymienić istniejący agregat prądotwórczy o mocy 125kVA/100kW na nowy o mocy 250kVA/200kW z autostartem. Automatyka SZR do zabudowy w nowej rozdzielnicy głównej RGNN.

8 Obiekt nr V - istniejący budynek energetyczny

Uwaga: urządzenia elektroenergetyczne i instalacje elektryczne w pomieszczeniu rozdzielnicy RSN pozostają w dalszej eksploatacji bez zmian, a w pozostałych pomieszczeniach podlegają wymianie.

8.1 Instalacje oświetlenia

Instalacje oświetlenia należy wykonać przewodami typu YDYżo 450/750V prowadzonymi:

- n/t w rurach ochronnych sztywnych,
- n/t w korytach kablowych stalowych nierdzewnych 304.

Należy stosować osprzęt el-inst. n/t o IP20. Załączanie oświetlenia budynku ręcznie za pomocą łączników ośw. zlokalizowanych wewnątrz budynku oraz na zewnątrz budynku (nad drzwiami i bramami) za pomocą czujek ruchu wchodzących w skład wyposażenia opraw.

Do oświetlenia awaryjnego należy stosować oddzielne oprawy posiadające odpowiednie certyfikaty CNBOP. Oprawy awaryjne należy zasilic z wydzielonego obwodu oświetlenia awaryjnego zabezpieczonego wyłącznikiem różnicowo-prądowym i nadprądowym. W obwodach oświetlenia awaryjnego należy stosować kable PH90.

Oprawy ośw. należy instalować na ceownikach wzmocnionych nierdzewnych 304 na wysokościach podanych przy oznaczeniu oprawy na planie instalacji albo na ścianach.

Wymogi natężenia oświetlenia (E_m) dla poszczególnych pomieszczeń wg planu instalacji.

8.2 Instalacje gniazd wtykowych

Instalacje gniazd wtykowych oraz zasilania urządzeń napięciem 230V oraz 400V należy wykonać przewodami typu YDYżo 450/750V prowadzonymi:

- n/t w rurach ochronnych sztywnych,
- n/t w korytach kablowych stalowych nierdzewnych 304.

Należy stosować osprzęt el-inst. n/t o min. stopniu szczelności IP44. Zestawy instalacyjne ZI gniazd wtykowych nieopisane wysokością montażu należy instalować na wysokości ok 1,0m nad pow. posadzki.

8.3 Instalacja wyrównawcza

W pomieszczeniach w budynku energetycznym należy miejscowe szyny wyrównawcze z bednarki FeZn 40x5, prowadzonej n/t na uchwytych dystansowych na wys. ok 0,5m. Do MSW za pomocą linki LgYżo 16mm² podłączyć należy: metalowe drzwi, metalowe części budynku, korytka kablowe, czerpnie ścienne oraz wszystkie dostępne elementy przewodzące, itp. Natomiast obudowy rozdzielnic nN w pierwszej klasie ochronności należy przyłączyć do MSW za pomocą linki LgYżo 1x70mm².

Transformator należy uziemić poprzez przyłączenie do MSW za pomocą płaskownika FeZn40x5 poprzez złącze kontrolne.

Ponadto należy uziemić zacisk neutralne transformatora poprzez przyłączenie do uziomu przez złącze kontrolne za pomocą płaskownika FeZn40x5.

8.4 System uziomowy

Zaprojektowano uziemienie stacji transformatorowej jako mieszane taśmowo-prętowe.

Stacja transformatorowa będzie wyposażona w uziemienie robocze niskiego napięcia i uziemienie ochronne średniego i niskiego napięcia przyłączone do wspólnego uziomu.

Uziom otokowy budynku stacji transformatorowej należy wykonać z bednarki FeZn50x5 układanej na głębokości ok 0,8m w odległości minimum 1,0m od zewnętrznych ścian budynku. W oznaczonych miejscach należy wykonać uziomy pionowe z prętów FeZn $\phi 20$ mm $l=10$ m i pograżane na głębokość ~ 11 m.

Do otoku stacji trafo należy podłączyć przewody uziemiające i ochronne wyprowadzone ze stacji transformatorowej. Punkt gwiazdowy transformatora (N) należy podłączyć do otoku stacji odrębnym przewodem uziemiającym pomalowanym na kolor niebieski.

Po wykonaniu uziomów prętowych pionowych należy je połączyć z uziomem otokowym. Uziomy pionowe łączyć z uziomem otokowym poprzez spawanie. Miejsca spawów należy zabezpieczyć przed korozją lakierem asfaltowym.

Po wykonaniu systemu uziomowego należy wykonać pomiar rezystancji uziemienia. Zgodnie z obliczeniami wykonanymi wg danych z warunków przyłączenia i z korespondencji z ENEA Operator Sp. z o.o. rezystancja uziemienia nie powinna przekroczyć wartości $R_{uz} \leq 3,16 \Omega$. W przypadku zmierzenia wyższej wartości rezystancji uziemienia należy ją obniżyć poprzez wbicie dodatkowych prętów FeZn $\phi 20$ o dł. 10m i połączenie ich odcinkami płaskownika FeZn 50x5 z układem uziomowym. Łączenia poszczególnych części uziomu należy wykonać poprzez spawanie. Minimalna długość spawów powinna być dwukrotnie większa od szerokości płaskowników. Miejsca spawania zabezpieczyć lakierem asfaltowym.

Dla całej inwestycji wykonać jeden wspólny system uziomowy poprzez połączenie ze sobą uziomów poszczególnych obiektów.

Uziomy otokowe obiektów na terenie przepompowni ścieków należy połączyć ze sobą płaskownikiem FeZn 30x4. Płaskownik w terenie należy układać we wspólnych wykopach po trasach kabli lub kanalizacji kablowej. Połączenia poszczególnych odcinków bednarki należy łączyć metodą spawania oraz zabezpieczyć antykorozyjnie spawy.

W przypadku nie uzyskania wymaganej wypadkowej wartości rezystancji uziemienia całego systemu złożonego uziemienia zaprojektowany system należy rozbudować o uziomy pionowe wykonane z prętów FeZn $\phi 20$ pograżanych mechanicznie w gruncie na głębokość 10m.

Lokalizację dodatkowych uziomów prętowych i ich połączeń płaskownikiem z projektowanym systemem uziomowym należy nanieść na rysunku w dokumentacji powykonawczej.

Obliczenie wartości rezystancji uziemienia zgodnie z obliczeniami technicznymi.

Plan instalacji wyrównawczej i uziemienia wg rys. nr E-03.

9 Rozdzielnica RGNN

Istniejącą rozdzielnicę niskiego napięcia należy zdemontować. W przygotowanym pomieszczeniu należy zabudować nową rozdzielnicę RGNN jednosekcyjną o prądzie znamionowym szyn głównych 400A. Rozdzielnica RGNN będzie wyposażona w wyłączniki mocy w polach zasilających z transformatora oraz w polu zasilania z agregatu. Energia elektryczna z transformatora będzie doprowadzona do rozdzielnic RGNN za pomocą linii kablowej z kablami typu 4x YAKXS 0,6/1kV 1x240mm².

Rozdzielnica RGNN będzie wyposażona w analizator parametrów sieci z komunikacją ModbusRTU.

Aparaty w polach zasilających zostaną włączone w układ SZR pracujący w układzie 1 z 2 i będą wyposażone w blokadę elektryczną i mechaniczną uniemożliwiającą zamknięcie dwóch wyłączników mocy (pola zasilające z sieci i pole zasilające z agregatu) i połączenie ze sobą dwóch źródeł zasilania (sieci ENEA Operator i agregatu prądotwórczego). Diagram łączy układu SZR wg rys. nr E-07.

W układzie SZR będzie istniała możliwość ręcznego sterowania łącznikami przełączającymi zasilania za pośrednictwem przycisków, bez udziału i kontroli ze strony sterownika SZR, z zachowaniem wszystkich blokad i uzależnień (brak możliwości zamknięcia dwóch wyłączników w polach zasilających jednocześnie).

Pola odpływowe rozdzielnic RGNN zostaną wyposażone w wyłączniki mocy. Wyłączniki mocy dla obiektów wyposażonych w przyciski p.poż. muszą być wyposażone w cewki wybijałkowe wzrostowe zasilanie napięciem 230V.

Z rozdzielnic RGNN należy zasilic rozdzielnicę technologiczną zasilająco-sterowniczą RT1, rozdzielnicę technologiczną zasilająco-sterowniczą RT2, tablice rozdzielcze potrzeb własnych i baterię kondensatorów BK1.

Zakłada się zlikwidować i ułożyć nowe kable w izolacji XLPE i podłączyć pod zaciski odpowiednich pól odpływowych w projektowanej rozdzielnic RGNN.

Sygnały ze styków pomocniczych wyłączników mocy w polach zasilających należy wprowadzić na wejścia analizatora parametrów sieci. Zaprojektowany analizator posiada wbudowane po 2 wejścia binarne. W celu wprowadzenia sygnałów załączony, wyłączony, trip, oraz sygnału zadziałania ochronników przeciwprzepięciowych w polu zasilającym, analizator parametrów sieci należy wyposażyć w moduł rozszerzeń wyposażony w 4 wejścia binarne i dwa wyjścia binarne. W/w sygnały wprowadzone do wejść analizatora i modułu rozszerzeń będą przesyłane poprzez ModbusRTU do sterownika PLC w rozdzielnic RTT i dalej poprzez publiczną sieć telekomunikacyjną do serwera SCADA w szafie teleinformatycznej STI1 zlokalizowanej w sterowni oczyszczalni ścieków przy ul. Skockiej.

9.1 Automatyka SZR

Przebudowana przepompownia ścieków będzie wyposażona w rezerwowe źródło zasilania w postaci agregatu prądotwórczego o mocy 250kVA wyposażonego w automatykę autostartu. W związku z powyższym rozdzielnic RGNN w stacji transformatorowej 03-K2001 należy wyposażyć rozdzielnic RGNN w automatykę SZR.

Automatyka SZR będzie pracowała w układzie 1 z 2 umożliwiając zasilanie

- rozdzielnic RGNN z sieci SN 15kV poprzez transformator TR1 (źródło podstawowe),
- rozdzielnic RGNN z agregatu prądotwórczego AG (źródło rezerwowe).

Podstawowym układem pracy rozdzielnic RGNN będzie zasilanie z przyłącza SN 15kV poprzez transformator TR1 (źródło podstawowe), w tym czasie agregat prądotwórczy będzie wyłączony a wyłącznik mocy w polu zasilania z agregatu będzie otwarty.

W przypadku braku napięcia na transformatorze TR1 (źródło podstawowe) układ SZR otworzy wyłącznik F101 w polu zasilania z sieci i poda sygnał na rozruch agregatu prądotwórczego AG. Po podaniu sygnału zwrotnego z automatyki agregatu do układu SZR w RGNN o gotowości do przejęcia obciążenia, układ SZR zamknie wyłącznik F102 w polu zasilania z agregatu prądotwórczego. Od tego momentu wszystkie obiekty na terenie przepompowni będą zasilane ze źródła rezerwowego.

Po powrocie zasilania w sieci ENEA Operator Sp. z o.o. układ SZR w rozdzielnic RGNN poda sygnał na zatrzymanie agregatu prądotwórczego oraz otworzy wyłącznik mocy F102 odłączając agregat od rozdzielnic RGNN, następnie układ SZR zamknie wyłącznik F101 w polu zasilania z sieci. Wówczas wszystkie obiekty na terenie przepompowni ścieków będą ponownie zasilane ze źródła podstawowego.

Wyłączniki mocy w polach zasilających z sieci i z agregatu będą wyposażone w blokady elektryczne i mechaniczne uniemożliwiające zamknięcie dwóch wyłączników mocy jednocześnie i połączenie ze sobą (do pracy równoległej) sieci ENEA Operator Sp. z o.o. i agregatu prądotwórczego (poprzez transformator TR1 i szyny rozdzielnic RGNN) zarówno w trybie pracy ręcznej jak i w automatyce SZR.

Instrukcję obsługi układu SZR wykona wykonawca robót oraz uzgodni ją w odpowiednim Rejonie Energetycznym ENEA Operator Sp. z o.o. na etapie realizacji robót.

9.2 Ochrona przeciwprzepięciowa w stacji transformatorowej

Ochronę przeciwprzepięciową w stacji transformatorowej urządzeń technicznych zaprojektowano w oparciu o wymagania zawarte w PN-IEC 50364-4-443 oraz PN-E 05100-1.

Po stronie napięcia 0,4kV należy w polach zasilających rozdzielnic RGNN zabudować ochronniki przeciwprzepięciowe typu I kombinowany. Ochronniki niskiego napięcia muszą spełniać poniższe wymagania:

- Spełniający normę: PN-EN 61634-11,
- Napięcie znamionowe AC UN=230/400V,
- Największe napięcie trwałej pracy AC UC=255V,
- Prąd udarowy (10/350) [L1+L2+L3-PEN] Itotal=75kA,
- Prąd udarowy (10/350) [L-PEN] Iimp=25kA,
- Znamionowy prąd wyładowczy (8/20) In=25/75kA,
- Napięciowy poziom ochrony Up≤1,5kV,
- Zdolność gaszenia prądu następczego AC Ifi=50kAeff,
- Czas zadziałania tA≤100ns,
- Maksymalny dodatkowy bezpiecznik (L-L') 125gL/gG,
- Napięcie dorywcze UT=440V/5s.

10 Układ pomiarowo-rozliczeniowy energii elektrycznej

Istniejący układ pomiarowo-rozliczeniowy ze względu na wzrost mocy przyłączeniowej należy wymienić na nowy zabudowany w tablicy licznikowej TL1 w budynku energetycznym ob. nr V (03-K2001). Projektowaną tablicę TL1 należy zlokalizować w pomieszczeniu rozdzielnic RGNN.

10.1 Tablica pomiarowa TL1

Tablica zostanie zamontowana w pomieszczeniu p0.2 zgodnie z rozmieszczeniem urządzeń przedstawionym na rys. nr E-02. Tablica licznikowa będzie zabudowana w obudowie w II klasie ochronności z materiału posiadającego atest o niepalności.

Urządzenia w tablicy pomiarowej TL1 należy zamontować na izolacyjnej płycie uchylnej (bakielitowej) zamocowanej na zawiasach bocznych. Na płycie uchylnej należy zamontować tablicę licznikową do zabudowy rozliczeniowego trójfazowego czterokwadrantowego elektronicznego licznika energii elektrycznej czynnej i biernej ozn. LE1.

Zgodnie z warunkami przyłączenia należy wykorzystać istniejący licznik LZQJ-XC nr 04944634 wraz z modemem bezprzewodowej transmisji danych i anteną dostarczony przez ENEA Operator Sp. z o.o.

Układ powinien zapewniać zdalną synchronizację zegara czasu rzeczywistego licznika przez Centralny System Pomiarowo-Rozliczeniowy (CSPR) ENEA Operator sp. z o.o.

Na uchylnej płycie należy zabudować listwę pomiarową zaciskową ozn. LZ1.1 typu SKA-P1 wyposażoną w pokrywę zacisków z możliwością jej plombowania.

Licznik energii elektrycznej LE1 będzie zasilany napięciem 230V z rozdzielnic RGNN.

Wszystkie elementy układu pomiarowego w tablicy TL1 muszą być przystosowane do plombowania. Obudowa zabezpieczeń obwodów wtórnych przekładników napięciowych musi umożliwiać plombowanie dostępu do zacisków.

Tablica pomiarowa będzie zamykana na zamek baskwilowy przystosowany do wyposażenia we wkładkę patentową zgodnie z wymaganiami ENEA Operator Sp. z o.o. oraz dodatkowo będzie oznaczona tabliczką ostrzegawczą i opisem.

Tablica pomiarowa TL1 będzie wyposażona w dławnice do wprowadzenia przewodu zasilającego oraz kabli pomiarowych obwodu prądowego, obwodu napięciowego oraz kabla komunikacyjnego i kabla do anteny.

Tablicę pomiarową TL1 należy umieścić na takiej wysokości aby okienko wskazań licznika znajdowało się $\sim 1,8\text{m}$ od podłogi.

Obwody prądowe układu pomiarowego należy wykonać kablem YKSYFty $7 \times 2,5\text{mm}^2$ a obwody napięciowe kablem YKSYFty $5 \times 1,5\text{mm}^2$. Kable obwodów pomiarowych do tablicy pomiarowej TL1 należy układać na ścianie n/t na uchwytach kablowych zamykanych.

Obwody prądowe i napięciowe należy prowadzić oddzielnie. Połączenia obwodów pomiarowych pomiędzy rozdzielnicą RGNN a tablicą pomiarową oraz w tablicy pomiarowej należy wykonać przewodami z identyfikatorami adresowymi lub wielobarwnymi.

Schemat ideowy układu pomiarowego w tablicy TL1 przedstawiono na rys. nr E-05, zaś widoki elewacji i wnętrza tablicy pomiarowej TL1 przedstawiono rys. nr E-06.

10.2 Listwa pomiarowa

Należy zastosować listwę pomiarową SKa-P1, 16-to torową, zawierającą 4 złączki prądowe w każdej fazie bez bezpieczników i sygnalizacji, bez obwodów dodatkowych. Pokrywa listwy pomiarowej musi być przystosowana do plombowania.

Parametry techniczne zaprojektowanej listwy pomiarowej:

- napięcie nominalne 400V,
- prąd nominalny 25A,
- napięcie probiercze 2,5kV, 50Hz,
- wytrzymałość cieplna: 480A,
- maksymalny przekrój przewodu 6mm,
- montaż na szynie TH35.

11 Wymiana transformatora

Istniejący transformator olejowy o mocy 160kVA należy zdemontować, komorę transformatorową dostosować wg branży konstrukcyjnej (zamontować nowe szyny do wtaczania transformatora, elementy wentylacji, instalacje elektryczne).

W istniejącej komorze transformatorowej należy zabudować nowy transformator suchy żywiczy:

- TR1 – $U_{gn}=15\text{kV}$, $U_{dn}=0,4\text{kV}$, $S_{zn}=250\text{kVA}$, $\Delta P_{Fe}=520\text{W}$, $\Delta P_{Cu}=3800\text{W}$, $u_z\%=6\%$, Dyn5, suchy, uzwojenia Al-Al.

Transformator należy podłączyć do izolatorów przepustowych w ścianie pomiędzy rozdzielnicą i komorą transformatorową za pomocą kabli typu $3 \times \text{YHAKXS } 12/20\text{kV } 1 \times 70/25\text{mm}^2$. Na końcach kabli SN należy zamontować głowice kablowe typu POLT-24D/1XI,(70-240).

Po stronie niskiego napięcia pomiędzy transformatorem, a rozdzielnicą RGNN należy zastosować połączenie kablowe kablami jednożyłowymi typu $4 \times \text{YKXS } 0,6/1\text{kV } 1 \times 240\text{mm}^2$.

Lokalizacja urządzeń wg rys. nr E-02.

12 Brama do komory transformatorowej

Istniejącą bramę do komory transformatorowej należy pozostawić do dalszej eksploatacji bez zmian.

13 Przedsięwzięcia ochrony przeciwpożarowej

Wszystkie urządzenia energetyczne oraz przyciski przeciwpożarowe prądu należy oznaczyć tablicami informacyjnymi.

Przy wejściu do pomieszczenia agregatu w budynku energetycznym ob. nr V, należy zabudować dwu-biegunowy przycisk wyłącznika przeciwpożarowego ozn. p.poż.A (NO, NC). Przycisk należy zabudować w czerwonej obudowie z szybką. Nad przyciskiem należy zamontować tabliczkę informującą o funkcji przycisku.

Zbicie szybki i zadziałanie przycisku spowoduje odłączenie automatyki autostartu agregatu prądotwórczego.

Przy wejściu głównym do budynku przepompowni ścieków ob. nr IV należy zabudować trzy-biegunowy przycisk wyłącznika przeciwpożarowego ozn. p.poż.1 (NO, NO, NC). Przycisk należy zabudować w czerwonej obudowie z szybką. Nad przyciskiem należy zamontować tabliczkę informującą o funkcji przycisku.

Zbicie szybki i zadziałanie przycisku spowoduje uruchomienie wyzwalaczy i otwarcie wyłączników w rozdzielnicy RGNN w obiekcie nr V (w budynku energetycznym) wyłączenie spod napięcia rozdzielnicy RT1 i zasilanych z niej tablic rozdzielczych TIVA, TIVB, TK a tym samym wyłączenie napięcia we wszystkich instalacjach elektrycznych w obiekcie nr IV.

Jednocześnie należy wyłączyć:

- UPS w szafie STI2 w dyspozytorni za pomocą zestyku NC w przycisku p.poż1 podłączonego do wejścia EPO w zasilaczu UPS.
- tablicę fotowoltaiki TFW za pomocą zestyku NO w przycisku p.poż1 poprzez wyzwolenie cewki wybijakowej wzrostowej rozłącznika.

Dodatkowo kotłownia w budynku przepompowni obiekt nr IV będzie wyposażona w przycisk wyłączający spod napięcia instalacje tylko w pomieszczeniu kotłowni. W związku z tym przy wejściu do pomieszczenia kotłowni w obiekcie nr IV należy zabudować dwubiegunowy przycisk p.poż.TK (NO, NO). Przycisk należy zabudować w czerwonej obudowie z szybką. Nad przyciskiem należy zamontować tabliczkę informującą o funkcji przycisku. Zbicie szybki i zadziałanie przycisku p.poż.TK spowoduje uruchomienie wyzwalaczy wzrostowych i otwarcie wyłączników w rozdzielnicy RT1 i wyłączenie spod napięcia instalacji tylko w pomieszczeniu kotłowni.

Przy wejściu do budynku krat obiekt nr II należy zabudować dwubiegunowy przycisk p.poż.2 (NO, NO). Przycisk należy zabudować w czerwonej obudowie z szybką. Nad przyciskiem należy zamontować tabliczkę informującą o funkcji przycisku. Zbicie szybki i zadziałanie przycisku p.poż.2 spowoduje uruchomienie wyzwalaczy wzrostowych i otwarcie wyłączników w rozdzielnicy RGNN w obiekcie nr V (budynek energetyczny) i wyłączenie z pod napięcia rozdzielnicy RT2 i tablic rozdzielczych TZZ, TPLP, TKR, TII tym samym wyłączenie napięcia we wszystkich instalacjach elektrycznych w budynku krat ob. nr II oraz w piaskowniku obiekt nr III.

Należy zastosować cewki wybijakowe wzrostowe zasilane napięciem 230V.

Kable do przycisków p.poż. z podtrzymaniem funkcji w czasie pożaru E90 300/500V 4x1,5 należy mocować na uchwytach kablowych pojedynczych ze stali galwanizowanej ogniowo o wytrzymałości E90. Uchwyty należy mocować do ścian na kołkach stalowych o wytrzymałości E90, rozstaw kołków maksymalnie 300mm. Należy zastosować kołki odpowiednie do podłoża w miejscu montażu.

Kable typu E90 4x1,5mm² należy mocować powyżej tras kabli nie będących kablami p.poż.

Przejścia instalacyjne przez ściany i stropy oddzielenia pożarowego we wszystkich obiektach należy uszczelnić certyfikowanymi przejściami ogniochronnymi posiadającymi dopuszczenia CNBOP. Uszczelnienie przejść instalacyjnych powinno być wykonane w klasie odporności ogniowej ściany.

Oświetlenie awaryjne ewakuacyjne na drogach ewakuacji należy zrealizować za pomocą opraw dedykowanych wyłącznie do oświetlenia ewakuacyjnego o czasie działania minimum 1h po zaniku napięcia zasilania.

Do oświetlenia awaryjnego ewakuacyjnego należy stosować oprawy posiadające odpowiednie badania i certyfikaty CNBOP.

Natężenie oświetlenia ewakuacyjnego nad urządzeniami służącymi ochronie przeciwpożarowej powinno wynosić min. 5lx w związku z powyższym nad przyciskami p.poż. należy zamontować odpowiednie oprawy oświetleniowe wyposażone w moduł oświetlenia awaryjnego z czasem podtrzymania minimum 1h.

W pomieszczeniach gdzie nagły brak oświetlenia podstawowego mógłby spowodować zagrożenie dla pracowników należy zastosować oświetlenie awaryjne zapasowe. W oświetleniu awaryjnym zapasowym należy stosować oprawy jak dla oświetlenia ewakuacyjnego.

W instalacjach oświetlenia awaryjnego ewakuacyjnego i zapasowego należy stosować przewody PH90 300/500V 3x1,5mm².

14 Wykonywanie prac – przepisy BHP

W trakcie prac instalacyjnych polegających na realizacji niniejszego projektu wykonawca zobowiązany jest do przestrzegania zasad BHP podanych w niniejszych rozporządzeniach:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26.06.2002r. w sprawie dziennika budowy, montażu i rozbiórki tablicy informacyjnej oraz ogłoszenia zawierającego dane dotyczące bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27.08.2002r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz szczegółowego zakresu rodzajów robót budowlanych stwarzających zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi,
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy,
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. W sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych.

15 Uwagi końcowe

- Prace instalacyjno-montażowe powinna wykonać firma posiadająca odpowiednie uprawnienia budowlane,
- Wszystkie prace budowlano-montażowe należy wykonać zgodnie z warunkami technicznymi wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych część V „Instalacje elektryczne”, przepisami i normami budowy urządzeń elektrycznych a także przepisami BHP,
- Po zakończeniu robót przeprowadzić niezbędne pomiary i sporządzić protokoły,
- Wykonanie wszystkich prac powinno być zgodne z obowiązującymi przepisami i normami,
- Wszystkie prace przy wykonaniu przebudowy układu zasilania energetycznego stacji uzdatniania wody, należy przeprowadzić w ścisłym porozumieniu ze służbami ENEA Operator Sp. z o.o.
- Wszystkie prace przy układzie pomiarowym należy przeprowadzić w ścisłym porozumieniu ze służbami Wydziału Układów Pomiarowych właściwego Rejonu ENEA Operator Sp. z o.o.
- Przed przystąpieniem do realizacji projektu wykonawca winien uzgodnić harmonogram prac ze służbami ENEA Operator Sp. z o.o., Inwestorem, Inspektorem Nadzoru,
- Przed przystąpieniem do robót ziemnych należy szczegółowo zapoznać się z usytuowaniem urządzeń podziemnych wykazanych na zatwierdzonych podkładach geodezyjnych oraz bezwzględnie wykonać przekopy kontrolne w celu szczegółowego zlokalizowania uzbrojenia podziemnego. Przekopy wykonać pod nadzorem właścicieli tego uzbrojenia. Dotyczy to miejsc gdzie przebiegi podziemnego uzbrojenia terenu budzą wątpliwości (zostały zlokalizowane przyrządami) oraz gdzie budowana sieć będzie zbliżała się lub krzyżowała z innymi obiektami infrastruktury podziemnej,

- Przed przystąpieniem do prac ziemnych dokonać wytyczenia geodezyjnego trasy projektowanej sieci uzbrojenia podziemnego,
- Po wykonaniu prac ziemnych należy wykonać inwentaryzację geodezyjną powykonawczą.
- Należy sprawdzić poprawność działania wszystkich układów SZR oraz wszystkich blokad mechanicznych w instalacji odbiornicy, a następnie sporządzić protokoły i dostarczyć je do ENEA Operator Sp. z o.o.

II. OBLICZENIA TECHNICZNE

1. Dobór przekładników prądowych układu pomiarowego - przyłączy podstawowe:

$$P_{p1} := 160000 \text{ W}$$

$$U_{WT} := 400 \text{ V}$$

$$\cos\phi := 0.93$$

$$I_{ssn1} := \frac{P_{p1}}{1.73 \cdot U_{WT} \cdot \cos\phi} \quad I_{ssn1} = 248.6171 \text{ A}$$

W związku z powyższym projektuje się przekładniki prądowe (ABB) IMW 250/5 kl. 0,2s;
Sn=5VA, lth=60lpn, FS5,

$$S_{n1} := 5 \text{ V} \cdot \text{A}$$

$$I_{1n1} := 250 \text{ A}$$

$$I_{2n1} := 5 \text{ A}$$

$$0.01 \cdot I_{1n1} = 2.5 \text{ A}$$

$$1.2 \cdot I_{1n1} = 300 \text{ A}$$

$$0.01 \cdot I_{1n1} < I_{ssn1} < 1.2 \cdot I_{1n1}$$

$$P_{\min} := 1.73 \cdot 0.01 \cdot I_{1n1} \cdot U_{WT} \cdot \cos\phi = 1.6089 \cdot \text{kW} \quad \text{Dopuszczalna moc minimalna}$$

$$P_{\text{zam}} := 1.73 \cdot I_{1n1} \cdot U_{WT} \cdot \cos\phi = 160.89 \cdot \text{kW}$$

$$P_{\max} := 1.73 \cdot 1.2 \cdot I_{1n1} \cdot U_{WT} \cdot \cos\phi = 193.068 \cdot \text{kW} \quad \text{Dopuszczalna moc maksymalna}$$

$$I_{obl1} := \frac{I_{ssn1}}{\frac{I_{1n1}}{I_{2n1}}} \quad I_{obl1} = 4.9723 \text{ A}$$

$$S_{L1} := 0.075 \text{ V} \cdot \text{A}$$

$$l_{pp1} := 6 \text{ m}$$

$$s_{p1} := 2.5 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{cu} := 57 \cdot \frac{m}{\Omega \cdot (mm)^2}$$

$$R_{z1} := 8 \cdot 0.00625 \Omega = 0.05 \Omega$$

$$R_{p1} := \frac{2l_{pp1}}{\gamma_{cu} \cdot s_{p1}} \quad R_{p1} = 0.0842 \Omega$$

$$S_{p1} := (I_{2n1})^2 \cdot R_{p1} \quad S_{p1} = 2.1053 \cdot W$$

$$S_{z1} := (I_{2n1})^2 \cdot R_{z1} \quad S_{z1} = 1.25 \cdot W$$

$$S_{o1} := S_{L1} + S_{p1} + S_{z1} \quad S_{o1} = 3.4303 \cdot W$$

$$0.25 \cdot S_{n1} = 1.25 \cdot W$$

$$0.25 \cdot S_{n1} < S_{o1} < S_{n1} = 1$$

Powyższy warunek jest spełniony przekładniki prądowe zostały dobrane prawidłowo i będą pracowały w klasie dokładności 0,2s.

$$I_{tho1} := 6.072 \text{ kA} \quad - \text{ prąd cieplny obliczeniowy wg obliczeń zwarciovych}$$

$$I_{thp1} := 60 \cdot I_{1n1} \quad - \text{ nominalny prąd zwarciovych cieplny 1-sekundowy przekładników prądowych}$$

$$I_{thp1} = 15 \cdot kA$$

$$t_{z1} := 1.5s \quad - \text{ czas trwania zwarcia wg warunków przyłączenia}$$

$$I_{tho1} < I_{thp1} \rightarrow 6.072 \cdot kA < 15000 \cdot A \quad - \text{ warunek spełniony}$$

$$I_{po1} := 11.992 \text{ kA} \quad - \text{ prąd udarowy obliczeniowy wg obliczeń zwarciovych}$$

$$I_{dynp1} := 150 \cdot I_{1n1}$$

$$I_{dynp1} = 37.5 \cdot kA \quad - \text{ nominalny prąd zwarciovych dynamiczny przekładników prądowych}$$

$$I_{po1} < I_{dynp1} \rightarrow 11.992 \cdot kA < 37500 \cdot A \quad - \text{ warunek spełniony}$$

3. Współczynniki strat obciążeniowych i jałowych

$$s_{sn} := 70mm^2 \quad - \text{ przekrój linii SN}$$

$$l_{sn1} := 4m \quad - \text{ długość linii SN}$$

$$s_{nn} := 240 \text{ mm}^2 \quad - \text{przekrój linii nN}$$

$$l_{nn1} := 7 \text{ m} \quad - \text{długość linii nN}$$

$$\gamma_{Al} := 33 \cdot \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \quad - \text{przewodność właściwa aluminium}$$

$$\delta_{P1} := \frac{250 \text{ A}}{5 \text{ A}} = 50 \quad - \text{przekładnia przekładnika prądowego}$$

$$\delta_{TR1} := \frac{15.75 \text{ kV}}{0.42 \text{ kV}} = 37.5 \quad - \text{przekładnia transformatora}$$

$$R_0 := 0.443 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{m}}$$

$$R_0 = 0.443 \cdot \frac{\Omega}{\text{km}} \quad - \text{kilometrowa rezystancja projektowanej linii kablowej SN}$$

$$R_1 := 0.0754 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{m}}$$

$$R_1 = 0.0754 \cdot \frac{\Omega}{\text{km}} \quad - \text{kilometrowa rezystancja projektowanej linii kablowej nN}$$

$$\text{tg} \delta := 0.004$$

$$f := 50 \text{ Hz}$$

$$\omega := 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$C_w := 0.2 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{\text{F}}{\text{m}}$$

$$C = 2 \times 10^{-7} \cdot \frac{\text{F}}{\text{km}} \quad - \text{kilometrowa pojemność projektowanej linii kablowej}$$

3.1. Obliczenia współczynnika strat jałowych $A_{jał}$:

3.1.1. Linia SN od izolatorów przepustowych do transformatora TR1

$$A_{obcLSN} := R_0 \cdot l_{sn1} \cdot \left(\frac{\delta_{P1}}{\delta_{TR1}} \right)^2 = 0.0032 \Omega$$

3.1.2. Linia nN od transformatora TR1 do rozdzielnicy RGNN

$$A_{obcLnN} := R_1 \cdot l_{nn1} \cdot \delta_{P1}^2 = 1.3195 \Omega$$

3.1.3. Transformator TR1

$$S_n := 250000 \text{ V} \cdot \text{A}$$

$$U_{n2} := 400V$$

$$I_{n2} := \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_{n2}} \quad I_{n2} = 360.8439 A$$

$$\Delta P_{cu} := 3800V \cdot A \quad \Delta P_{cu} = 3.8 \cdot kW$$

$$A_{obcTR1} := \left(\frac{\delta_{p1}}{I_{n2}} \right)^2 \cdot \frac{\Delta P_{cu}}{3} = 24.32 \Omega$$

$$A_{obc} := A_{obcLSN} + A_{obcTR1} + A_{obcLnN}$$

$$A_{obc} = 25.6427 \Omega$$

- Mnożna strat obciążeniowych I2h

3.2. Obliczenia współczynnika strat jałowych $A_{jał}$:

3.2.1 Obliczenia dla linii nN pomija się.

3.2.2 Linia SN od izolatorów przepustowych do transformatora TR1

$$A_{jałLSN} := \omega \cdot C \cdot l_{sn1} \cdot \delta_{TR1}^2 \cdot \tan \delta = 0.000001 \frac{1}{\Omega}$$

3.2.2 Linia SN od izolatorów przepustowych do transformatora TR1

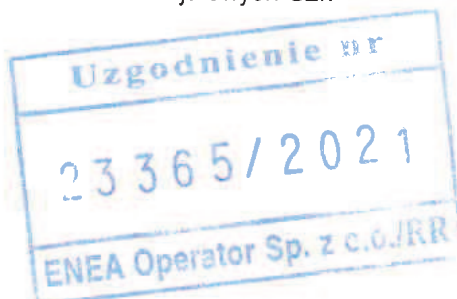
$$\Delta P_{Fe} := 520V \cdot A$$

$$A_{jałTR1} := \left(\frac{1}{U_{n2}} \right)^2 \cdot \Delta P_{Fe} = 0.0033 \frac{1}{\Omega}$$

$$A_{jał} := A_{jałLSN} + A_{jałTR1}$$

$$A_{jał} = 0.0033 \frac{1}{\Omega}$$

- Mnożna strat jałowych U2h



III. OBLICZENIA TECHNICZNE - DOBÓR TRANSFORMATORA I OBLICZENIA ZWARCIOWE

1. Obliczenie wymaganej rezystancji uziemienia dla stacji transformatorowej

Sieć 15 kV zasilana z GPZ Rogoźno pracuje z punktem neutralnym uziemionym przez dławik (kompensowana) z czynną automatyką AWSCz

$I_{AWSC1} := 20A$ - prąd wymuszenia AWSCz (na podstawie warunków informacji z ENEA)

$I_{CS1} := 70.1A$ - całkowity prąd pojemnościowy sekcji 2 (na podstawie informacji z ENEA)

$\nu_1 := 0.111$ - stopień skompensowania

$$I_{k11} := \sqrt{I_{AWSC1}^2 + (\nu_1 \cdot I_{CS1})^2}$$

- prąd jednofazowego zwarcia doziemnego

$r := 1$ - współczynnik redukcyjny przyjęty na podstawie P-SEP-E-0001

$$I_{E1} := r \cdot I_{k11}$$

$I_{E1} = 21.46A$ - prąd uziomowy

$t_{f1} := 5s$ - czas trwania rażenia (na podstawie warunków przyłączenia)

$U_{F1} := 68V$ - dopuszczalna wartość napięcia dotykowego dla proj. stacji trafo na podstawie N-SEP-0001

$$R_{B21} := \frac{U_{F1}}{I_{E1}}$$

$R_{B21} = 3.169 \Omega$ - wymagana max. wartość rezystancji uziemienia proj. stacji transformatorowej.

2. Dobór mocy transformatora TR1

$P_{p1} := 160kW$ - moc przyłączeniowa,

$\cos\phi := 0.93$ - współczynnik mocy na podstawie warunków przyłączenia do sieci,

$k := 0.8$ - współczynnik ekonomicznego wykorzystania mocy transformatora,

$U_{nT1} := 400V$ - napięcie po stronie wtórnej transformatora TR1

$U_{wT1} := 15000V$ - napięcie w linii średniego napięcia

$$S_1 := \frac{P_{p1}}{\cos\phi \cdot k}$$

$$S_1 = 215.054 \cdot \text{kV} \cdot \text{A}$$

W związku z powyższym projektuje się transformator olejowy z uzwojeniami AL/AL o przekładni 15/0,4kV, mocy znamionowej $S_T=250\text{kVA}$, grupie połączeń Dyn5.

$$S_{T1} := 250\text{kV} \cdot \text{A}$$

3. Dobór mostu szynowego pomiędzy transformatorem TR1 a rozdzielnicą RGNN:

$$I_{s1} := \frac{P_{p1}}{\sqrt{3} \cdot U_{nT1} \cdot \cos\phi}$$

$$I_{s1} = 248.323 \text{ A}$$

W związku z powyższym projektuje się, połączenie kablowe z przewodami miedzianymi o obciążalności 400A i o długości ~10m.

$$l_{YKXS} := 10\text{m}$$

$$\omega := 314 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$L_{YKXS} := 0.260 \frac{\text{mH}}{\text{km}} \quad L_{YKXS} = 2.6 \times 10^{-7} \cdot \frac{\text{H}}{\text{m}}$$

$$R_{0YKXS} := 0.075 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$X_{0YKXS} := \omega \cdot L_{YKXS}$$

$$R_{B1} := R_{0YKXS} \cdot l_{YKXS}$$

$$X_{B1} := X_{0YKXS} \cdot l_{YKXS}$$

$$R_{B1} = 7.5 \times 10^{-4} \Omega$$

$$X_{B1} = 8.164 \times 10^{-4} \Omega$$

Sprawdzenie spadku napięcia w zaprojektowanej linii kablowej. dopuszczalny spadek napięcia powinien wynosić poniżej 1%:

$$\Delta U_{\%} := \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot I_{s1} \cdot (R_{B1} \cdot \cos\phi + X_{B1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2\phi})}{U_{nT1}}$$

$$\Delta U_{\%} = 0.098$$

Warunek jest spełniony.

4. Obliczenia zwarciove zasilanie z linii 15kV Rogoźno-Wągrowiec

4.1. Parametry systemu w stacji WN

$$C_{\max} := 1.1$$

$$S_{z1} := 200 \text{ MV} \cdot \text{A}$$

$$T_{k1} := 1.5 \text{ s}$$

$$f := 50 \cdot \frac{1}{\text{s}}$$

Poprzedzający układ zasilający ma impedancję:

$$Z_{kQ1} := \frac{C_{\max} \cdot U_{wT1}^2}{S_{z1}}$$

$$Z_{kQ1} = 1.238 \, \Omega$$

$$X_{kQ1} := 0.995 \cdot Z_{kQ1}$$

$$X_{kQ1} = 1.231 \, \Omega$$

$$R_{kQ1} := 0.1 \cdot X_{kQ1}$$

$$R_{kQ1} = 0.123 \, \Omega$$

4.2. Obliczenie impedancji linii kablowej 3x NA2XS(F)2Y 1x150:

$$l_{\text{NA2XS150}} := (676 + 64) \text{ m}$$

$$R_{0\text{NA2XS150}} := 0.2060 \frac{\Omega}{\text{km}} \quad X_{0\text{NA2XS150}} := 314 \cdot 0.57 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{\text{NA2XS150}} := R_{0\text{NA2XS150}} \cdot l_{\text{NA2XS150}}$$

$$X_{\text{NA2XS150}} := X_{0\text{NA2XS150}} \cdot l_{\text{NA2XS150}}$$

$$R_{\text{NA2XS150}} = 0.152 \, \Omega$$

$$X_{\text{NA2XS150}} = 0.132 \, \Omega$$

4.3. Obliczenie impedancji linii kablowej 3x YHAKXS 1x120:

$$l_{\text{YHAKXS120}} := (880 + 310 + 630 + 275 + 170) \text{ m}$$

$$R_{0\text{YHAKXS120}} := 0.253 \frac{\Omega}{\text{km}} \quad X_{0\text{YHAKXS120}} := 314 \cdot 0.59 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{\text{YHAKXS120}} := R_{0\text{YHAKXS120}} \cdot l_{\text{YHAKXS120}}$$

$$X_{\text{YHAKXS120}} := X_{0\text{YHAKXS120}} \cdot l_{\text{YHAKXS120}}$$

$$R_{\text{YHAKXS120}} = 0.573 \, \Omega$$

$$X_{\text{YHAKXS120}} = 0.42 \, \Omega$$

4.4. Obliczenie impedancji linii napowietrznej AFL 3x50:

$$l_{AFL50} := (880)\text{m}$$

$$R_{0AFL50} := 0.606 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$X_{0AFL50} := 0.3 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{AFL50} := R_{0AFL50} \cdot l_{AFL50}$$

$$X_{AFL50} := X_{0AFL50} \cdot l_{AFL50}$$

$$R_{AFL50} = 0.533 \Omega$$

$$X_{AFL50} = 0.264 \Omega$$

4.5. Obliczenie impedancji linii napowietrznej AFL 3x35:

$$l_{AFL35} := (488)\text{m}$$

$$R_{0AFL35} := 0.8522 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$X_{0AFL35} := 0.3 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{AFL35} := R_{0AFL35} \cdot l_{AFL35}$$

$$X_{AFL35} := X_{0AFL35} \cdot l_{AFL35}$$

$$R_{AFL35} = 0.416 \Omega$$

$$X_{AFL35} = 0.146 \Omega$$

4.6. Obliczenie impedancji linii kablowej HAKFtA 3x120:

$$l_{HAKFtA120} := (240 + 209)\text{m}$$

$$R_{0HAKFtA120} := 0.238 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$X_{0HAKFtA120} := 0.132 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{HAKFtA120} := R_{0HAKFtA120} \cdot l_{HAKFtA120} \quad X_{HAKFtA120} := X_{0HAKFtA120} \cdot l_{HAKFtA120}$$

$$R_{HAKFtA120} = 0.107 \Omega$$

$$X_{HAKFtA120} = 0.059 \Omega$$

4.7. Obliczenie impedancji linii kablowej NAHBa 3x120:

$$l_{NAHBa} := (587)\text{m}$$

$$R_{0NAHBa} := 0.238 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$X_{0NAHBa} := 314 \cdot 0.38 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{NAHBa} := R_{0NAHBa} \cdot l_{NAHBa}$$

$$X_{NAHBa} := X_{0NAHBa} \cdot l_{NAHBa}$$

$$R_{NAHBa} = 0.14 \Omega$$

$$X_{NAHBa} = 0.07 \Omega$$

4.8. Obliczenie impedancji linii kablowej 3x XRUHAKXS 1x120:

$$l_{XRUHAKXS120} := (315 + 172 + 565 + 51)\text{m}$$

$$R_{0XRUHAKXS120} := 0.253 \frac{\Omega}{\text{km}} \quad X_{0XRUHAKXS120} := 314 \cdot 0.59 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{XRUHAKXS120} := R_{0XRUHAKXS120} \cdot l_{XRUHAKXS120}$$

$$X_{XRUHAKXS120} := X_{0XRUHAKXS120} \cdot l_{XRUHAKXS120}$$

$$R_{XRUHAKXS120} = 0.279 \Omega$$

$$X_{XRUHAKXS120} = 0.204 \Omega$$

4.9. Obliczenie impedancji linii kablowej 3x XRUHAKXS 1x240:

$$l_{XRUHAKXS240} := (920)\text{m}$$

$$R_{0XRUHAKXS240} := 0.125 \frac{\Omega}{\text{km}} \quad X_{0XRUHAKXS240} := 314 \cdot 0.53 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{XRUHAKXS240} := R_{0XRUHAKXS240} \cdot l_{XRUHAKXS240}$$

$$X_{XRUHAKXS240} := X_{0XRUHAKXS240} \cdot l_{XRUHAKXS240}$$

$$R_{XRUHAKXS240} = 0.115 \Omega$$

$$X_{XRUHAKXS240} = 0.153 \Omega$$

4.10. Obliczenie impedancji linii kablowej 3x YHAKXS 1x70/25:

$$l_{YHAKXS70} := (7)\text{m}$$

$$R_{0YHAKXS70} := 0.443 \frac{\Omega}{\text{km}} \quad X_{0YHAKXS70} := 314 \cdot 0.59 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{YHAKXS70} := R_{0YHAKXS70} \cdot l_{YHAKXS70}$$

$$X_{YHAKXS70} := X_{0YHAKXS70} \cdot l_{YHAKXS70}$$

$$R_{YHAKXS70} = 3.101 \times 10^{-3} \Omega$$

$$X_{YHAKXS70} = 1.297 \times 10^{-3} \Omega$$

$$R_1 := R_{kQ1} + R_{NA2XS150} + R_{YHAKXS120} + R_{AFL50} + R_{AFL50} + R_{AFL35} \dots \\ + R_{HAKFtA120} + R_{NAHBa} + R_{XRUHAKXS120} + R_{XRUHAKXS240} + R_{YHAKXS70}$$

$$R_1 = 2.975 \Omega$$

$$X_1 := X_{kQ1} + X_{NA2XS150} + X_{YHAKXS120} + X_{AFL50} + X_{AFL50} + X_{AFL35} \dots \\ + X_{HAKFtA120} + X_{NAHBa} + X_{XRUHAKXS120} + X_{XRUHAKXS240} + X_{YHAKXS70}$$

$$X_1 = 2.946 \Omega$$

4.11. Impedancja systemu energetycznego widziana z rozdzielnic RSN

w projektowanej stacji transformatorowej:

$$Z_{Q1} := \sqrt{R_1^2 + X_1^2}$$

$$Z_{Q1} = 4.187 \Omega$$

4.12. Prąd zwarciaowy początkowy w rozdzielnicy RSN w projektowanej stacji transformatorowej:

$$I''_{k1} := \frac{C_{max} \cdot U_{wT1}}{\sqrt{3} Z_{Q1}}$$

$$I''_{k1} = 2.275 \cdot \text{kA}$$

4.13. Współczynnik uderu i prąd uderowy w rozdzielnicy RSN w projektowanej stacji transformatorowej:

$$\kappa_1 := 1.02 + 0.98 \cdot e^{\frac{-3 \cdot R_1}{X_1}}$$

$$\kappa_1 = 1.067$$

$$i_{p1} := \kappa_1 \cdot \sqrt{2} \cdot I''_{k1}$$

$$i_{p1} = 3.435 \cdot \text{kA}$$

4.14. Prąd cieplny w rozdzielnicy RSN w projektowanej stacji transformatorowej:

$$m_1 := \frac{1 \cdot \left(e^{4 \cdot f \cdot T_{k1} \cdot \ln(\kappa_1 - 1)} - 1 \right)}{2 \cdot f \cdot T_{k1} \cdot \ln(\kappa_1 - 1)}$$

$$m_1 = 2.471 \times 10^{-3} \quad n_1 := 1$$

$$I_{th1} := I''_{k1} \cdot \sqrt{m_1 + n_1}$$

$$I_{th1} = 2.278 \cdot \text{kA}$$

$$X_{n1} := X_1 \cdot \left(\frac{U_{nT1}}{U_{wT1}} \right)^2$$

$$X_{n1} = 2.095 \times 10^{-3} \Omega$$

$$R_{n1} := R_1 \cdot \left(\frac{U_{nT1}}{U_{wT1}} \right)^2 \quad R_{n1} = 2.115 \times 10^{-3} \Omega$$

$$Z_{Qn1} := \sqrt{R_{n1}^2 + X_{n1}^2} \quad Z_{Qn1} = 2.977 \times 10^{-3} \Omega$$

4.15. Rezystancja i reaktancja zaprojektowanego transformatora TR1 w stacji transformatorowej:

Rezystancja i reaktancja transformatora TR1:

$\Delta P_{obc1} := 3800 \text{ W}$ - znamionowe obciążeniowe straty mocy transformatora TR1 [W]

$u_{kr1} := 0.06$ - napięcie zwarcia transformatora TR1 [-]

$$u_{r1} := \frac{\Delta P_{obc1}}{S_{T1}}$$

$$u_{r1} = 0.015$$

$$R_{T1} := u_{r1} \cdot \frac{U_{nT1}^2}{S_{T1}}$$

$$R_{T1} = 9.728 \times 10^{-3} \Omega$$

$$X_{T1} := \sqrt{u_{kr1}^2 - u_{r1}^2} \cdot \frac{U_{nT1}^2}{S_{T1}}$$

$$X_{T1} = 0.037 \Omega$$

4.16. Obliczenia rezystancji, reaktancji i impedancji systemu widzianej z szyn głównych rozdzielnic RGNN:

$$R_{rg1} := R_{n1} + R_{T1} + R_{B1} \quad R_{rg1} = 0.013 \Omega$$

$$X_{rg1} := X_{n1} + X_{T1} + X_{B1} \quad X_{rg1} = 0.04 \Omega$$

$$Z_{Qrg1} := \sqrt{R_{rg1}^2 + X_{rg1}^2} \quad Z_{Qrg1} = 0.042 \Omega$$

4.17. Prąd zwarcia początkowy w rozdzielnic RGNN:

$$I''_{kr1} := \frac{C_{max} \cdot U_{nT1}}{\sqrt{3} Z_{Qrg1}}$$

$$I''_{krg1} = 6.05 \cdot \text{kA}$$

4.18. Współczynnik udaru i prąd udarowy w rozdzielnicy RGNN:

$$\kappa_{rg1} := 1.02 + 0.98 \cdot e^{\frac{-3 \cdot R_{rg1}}{X_{rg1}}}$$

$$\kappa_{rg1} = 1.402$$

$$i_{prg1} := \kappa_{rg1} \cdot \sqrt{2} \cdot I''_{krg1}$$

$$i_{prg1} = 11.992 \cdot \text{kA}$$

4.19. Prąd cieplny w rozdzielnicy RGNN:

$$m_{rg1} := \frac{1 \cdot \left(e^{\frac{4 \cdot f \cdot T_{k1} \cdot \ln(\kappa_{rg1} - 1)}{2 \cdot f \cdot T_{k1} \cdot \ln(\kappa_{rg1} - 1)}} - 1 \right)}{2 \cdot f \cdot T_{k1} \cdot \ln(\kappa_{rg1} - 1)}$$

$$m_{rg1} = 7.308 \times 10^{-3} \quad n_{rg1} := 1$$

$$I_{thrg1} := I''_{krg1} \cdot \sqrt{m_{rg1} + n_{rg1}}$$

$$I_{thrg1} = 6.072 \cdot \text{kA}$$

5. Dobór kabla SN 15kV do zasilania transformatora TR1

Prąd szczytowy po stronie SN stacji transformatorowej:

$$I_{swT1} := \frac{S_{T1}}{\sqrt{3} \cdot U_{wT1}} \quad I_{swT1} = 9.623 \text{ A}$$

W związku z powyższym projektuje się kabel typu 3 x YHAKXS 12/20kV 1x70/25. Znamionowe długotrwałe obciążenie takiego kabla ułożonego w układzie płaskim w powietrzu wynosi 280A dopuszczalny prąd zwarciaowy 1-sekundowy żyły roboczej wynosi 6,6kA, dopuszczalny prąd zwarciaowy żyły powrotnej wynosi 5,3kA.

Zaprojektowany kabel spełnia warunek obciążenia znamionowego długotrwałego oraz warunek dopuszczalnego prądu zwarciaowego 1-sekundowego dla żyły roboczej i dla żyły powrotnej.