



INWESTOR:	BIURO PROJEKTOWE:
 <b>sosnowieckie WODOCIĄGI S.A.</b> Sosnowieckie Wodociągi Spółka Akcyjna ul. Ostrogórska 43, 41-200 Sosnowiec tel. 32 292 55 90-92	 EAZet Paweł Wcisło 32-300 Olkusz, Osiek 189 tel: 32-440-15-60 e-mail: <a href="mailto:biuro@eazet.pl">biuro@eazet.pl</a>

## STRONA TYTUŁOWA PROJEKTU WYKONAWCZEGO

Nr projektu / Egzemplarz	P-496	Egz. nr ...
Inwestor :	<b>Sosnowieckie Wodociągi Spółka Akcyjna</b> <b>ul. Ostrogórska 43, 41-200 Sosnowiec</b>	
Obiekt :	<b>Rozdzielnia 20kV R-18 na terenie oczyszczalni ścieków Radocha II w Sosnowcu</b>	
Nazwa i zakres projektu:	<b>Projekt wykonawczy remontu pola zasilającego nr 14 na</b> <b>Rozdzielni Głównej R-18 20 kV zlokalizowanej na terenie oczyszczalni</b> <b>ścieków Radocha II w Sosnowcu</b>	
Zadanie inwestycyjne:	<b>Remont pola zasilającego nr 14 na Rozdzielni Głównej R-18 20 kV zlokalizowanej</b> <b>na terenie oczyszczalni ścieków Radocha II w Sosnowcu</b>	
Faza opracowania :	<b>PROJEKT WYKONAWCZY</b>	
Rodzaj opracowania:	<b>PW – PROJEKT WYKONAWCZY</b>	
Koordynująca prace jednostka projektowa :	EAZet Paweł Wcisło 32-300 Olkusz, Osiek 189, tel: 602-121-477, e-mail: <a href="mailto:biuro@eazet.pl">biuro@eazet.pl</a>	
Sieci, instalacje elektryczne <b>OPRACOWAŁ:</b>	mgr inż. Kacper Kulawik	
Sieci, instalacje elektryczne <b>RYSOWAŁ:</b>	mgr inż. Szymon Kulawik	
Sieci, instalacje elektryczne <b>PROJEKTANT:</b>	<b>mgr inż. Paweł Wcisło</b> upr. budowlane nr SLK/0645/POOE/04 do projektowania w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych, czł. Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa nr SLK/IE/2948/05	

**SPIS TOMÓW DOKUMENTACJI I PROJEKTÓW ZWIĄZANYCH**

L.p.	Nr projektu	Tytuł projektu
1	2	3
1.	P-496	Projekt wykonawczy remontu pola zasilającego nr 14 na Rozdzielni Głównej R-18 20 kV zlokalizowanej na terenie oczyszczalni ścieków Radocha II w Sosnowcu

## SPIS TREŚCI

<b>STRONA TYTUŁOWA PROJEKTU WYKONAWCZEGO .....</b>	<b>1</b>
<b>SPIS TOMÓW DOKUMENTACJI I PROJEKTÓW ZWIĄZANYCH.....</b>	<b>2</b>
<b>SPIS TREŚCI .....</b>	<b>3</b>
<b>STRONA ZMIAN I REWIZJI .....</b>	<b>5</b>
<b>ZAŁĄCZNIKI.....</b>	<b>6</b>
<b>SPIS RYSUNKÓW .....</b>	<b>7</b>
<b>OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA .....</b>	<b>8</b>
<b>OPIS TECHNICZNY – PROJEKT TECHNICZNY.....</b>	<b>9</b>
<b>1 PODSTAWA OPRACOWANIA.....</b>	<b>9</b>
<b>2 CEL REALIZACJI ZADANIA I PRZEDMIOT OPRACOWANIA .....</b>	<b>10</b>
<b>3 ZAKRES OPRACOWANIA .....</b>	<b>10</b>
<b>4 STAN ISTNIEJĄCY .....</b>	<b>11</b>
<b>5 STAN PROJEKTOWANY .....</b>	<b>13</b>
<b>5.1 OBWODY PIERWOTNE .....</b>	<b>13</b>
<b>5.2 OBWODY WTÓRNE.....</b>	<b>14</b>
<b>5.2.1 ZASTOSOWANE NAPIĘCIA ORAZ OBWODY OKRĘŻNE.....</b>	<b>14</b>
<b>5.2.2 ZABEZPIECZENIE GŁÓWNE POLA.....</b>	<b>15</b>
<b>5.2.3 POMIARY .....</b>	<b>17</b>
<b>5.2.4 STEROWANIE .....</b>	<b>17</b>
<b>5.2.5 BŁOKADY.....</b>	<b>17</b>
<b>5.2.6 SYGNALIZACJE .....</b>	<b>18</b>
<b>5.2.7 WIZUALIZACJA I MONITORING .....</b>	<b>18</b>
<b>6 INSTALACJA UZIEMIAJĄCA.....</b>	<b>18</b>
<b>7 PROJEKTOWANE LINIE KABLOWE SN I NN.....</b>	<b>19</b>
<b>8 DEMONTAŻE I UTYLIZACJA ODPADÓW ORAZ PRACE PORZĄDKOWE .....</b>	<b>21</b>
<b>9 OCHRONA PRZECIWPRZEPIĘCIOWA.....</b>	<b>21</b>
<b>10 OCHRONA PRZED PORAŻENIEM ELEKTRYCZNYM .....</b>	<b>21</b>
<b>11 UWAGI KOŃCOWE I WYTYCZNE PROWADZENIA MODERNIZACJI .....</b>	<b>22</b>
<b>12 OBLICZENIA TECHNICZNE.....</b>	<b>24</b>
<b>12.1. OBLICZENIA ZWARCIOWE ROZDZIELNI 20KV.....</b>	<b>24</b>
<b>12.2. DOBÓR INSTALACJI UZIEMIAJĄCEJ 20KV.....</b>	<b>24</b>
<b>12.3. SPRAWDZENIE DOBORU URZĄDZEŃ SN.....</b>	<b>25</b>

---

<b>12.3.1.</b>	<b>SPRAWDZENIE DOBORU WYŁĄCZNIKA .....</b>	<b>25</b>
<b>12.3.2.</b>	<b>SPRAWDZENIE DOBORU ODŁĄCZNIKA SZYNOWEGO I LINIOWEGO SN. 25</b>	
<b>12.3.3.</b>	<b>SPRAWDZENIE DOBORU PRZEKŁADNIKA PRĄDOWEGO SN.....</b>	<b>25</b>
<b>12.3.4.</b>	<b>SPRAWDZENIE DOBORU PRZEKŁADNIKA PRĄDOWEGO – STRONA WTÓRNA 26</b>	
<b>12.3.5.</b>	<b>SPRAWDZENIE DOBORU PRZEKŁADNIKA NAPIĘCIOWEGO SN.....</b>	<b>27</b>
<b>12.3.6.</b>	<b>SPRAWDZENIE DOBORU PRZEKŁADNIKA NAPIĘCIOWEGO – STRONA WTÓRNA 27</b>	
<b>12.4.</b>	<b>NASTAWY ZABEZPIECZEŃ .....</b>	<b>28</b>

---

## STRONA ZMIAN I REWIZJI

.....

## ZAŁĄCZNIKI

L.p.	Wyszczególnienie	Nr strony/ rysunku	Ilość arkuszy	Zmiany					
1.	Kopia uprawnień projektanta instalacji elektrycznych – Paweł Wcisło	-	2						
2.	Zaświadczenie o przynależności do OIIB projektanta instalacji elektrycznych – Paweł Wcisło	-	1						
3.	Karta katalogowa wyłącznika	-	7						
4.	Karta katalogowa odłączników	-	2						
5.	Karta katalogowa przekładników prądowych	-	4						
6.	Karta katalogowa przekładników napięciowych	-	4						
7.	Karta katalogowa podstaw i wkładek bezpiecznikowych	-	4						
8.	Karta katalogowa przekładnika ziemnozwarciowego	-	6						
9.	Karta katalogowa zabezpieczenia	-	11						
10.	Karta katalogowa urządzenia do tłumienia ferorezonansu	-	5						
11.	Karta katalogowa przełącznika blokady łączeniowej	-	3						
12.	Karta katalogowa kabla SN 20kV	-	4						
13.	Karty katalogowa osprzętu kablowego 20kV	-	2						
14.	Aktualne nastawy zabezpieczeń modernizowanego pola	-	1						
15.	Wykaz demontaży	-	1						
16.	Zestawienie materiałowe i album kablów	-	10						
17.	Oświadczenie projektanta w sprawie równoważności materiałów i ich dopuszczenia do zastosowania w miejsce zaprojektowanych urządzeń i aparatury	-	1						
18.	Uzgodnienie nastaw zabezpieczeń przez Tauron Dystrybucja z 5.10.2023r.	-	1						

## SPIS RYSUNKÓW

L.p.	Wyszczególnienie	Nr strony/ rysunku	Ilość arkuszy	Zmiany				
Cześć rysunkowa – PROJEKT WYKONAWCZY								
-	Rozdzielnia Główna R-18 20 kV. Schemat główny rozdzielni 20kV. Stan istniejący	P-496-1	1					
-	Rozdzielnia Główna R-18 20 kV. Schemat główny rozdzielni 20kV. Stan projektowany	P-496-2	1					
-	Rozdzielnia Główna R-18 20 kV. Rzut budynku rozdzielni.	P-496-3	1					
-	Rozdzielnia Główna R-18 20 kV. Pole zasilające nr 14. Plan rozmieszczenia aparatury w polu	P-496-4	1					
-	Rozdzielnia Główna R-18 20 kV. Pole zasilające nr 14. Schematy zasadnicze	P-496-11	15					
-	Rozdzielnia Główna R-18 20 kV. Pole zasilające nr 14. Schematy montażowe	P-496-12	7					
-	Rozdzielnia Główna R-18 20 kV. Pole zasilające nr 14. Elewacja celki pola	P-496-13	1					

## OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Paweł Wcisło

Olkusz, wrzesień 2023r.

*nr upr: SLK/0645/POOE/04*

### OŚWIADCZENIE projektanta

Zgodnie z art.34 ust. 3d Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tj. Dz. U. Nr 207 z 2003 r. poz. 2016 z póź. zm.,

niniejszym oświadczam, że projekt wykonawczy:

**Projekt wykonawczy remontu pola zasilającego nr 14 na  
Rozdzielni Głównej R-18 20 kV zlokalizowanej na terenie oczyszczalni ścieków  
Radocha II w Sosnowcu**

adres inwestycji:

Sosnowieckie Wodociągi Spółka Akcyjna  
ul. Ostrogórska 43, 41-200 Sosnowiec

Sporządzona (data): **wrzesień 2023r.**

dla:

Sosnowieckie Wodociągi Spółka Akcyjna  
ul. Ostrogórska 43, 41-200 Sosnowiec

**została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami, Standardami  
Inwestora, zasadami wiedzy technicznej oraz w szczególności z Ustawą Prawo  
Budowlane Dz.U.2021.2351 art.34 ust. 3d i zgodna jest z umową, obowiązującymi  
przepisami prawa, normami, wymaganiami i wytycznymi oraz została wykonana  
w sposób kompletny, z punktu widzenia celu, któremu ma służyć oraz w oparciu  
o najnowszą wiedzę i technologię.**

.....



## OPIS TECHNICZNY – PROJEKT TECHNICZNY

### 1 Podstawa opracowania

Podstawą opracowania są następujące założenia:

- umowa na wykonanie dokumentacji projektowej, umowa nr **149/TE/2023**,
- inwentaryzacja stanu istniejącego, wizja lokalna na obiekcie,
- wzajemne uzgodnienia pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą,
- istniejąca dokumentacja projektowa dla obiektu,
- standardy Inwestora:
- normy:
  - ☐ PN-EN 60909-0:2016 (U) Prądy zwarciove w sieciach trójfazowych prądu przemiennego. Część 0; Obliczenia prądów,
  - ☐ PN-EN 60865-1:2012 (U) Prądy zwarciove – obliczanie skutków działania prądów zwarciowych. Część 1; Definicje i metody obliczania,
  - ☐ PN-EN IEC 62271-200:2022-02 Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza – Część 200: Rozdzielnice prądu przemiennego w osłonach metalowych na napięcie znamionowe powyżej 1kV do 52kV włącznie,
  - ☐ PN-G-42042:1998 Środki ochronne i zabezpieczające w elektroenergetyce kopalnianej. Zabezpieczenia zwarciove i przeciążeniowe. Wymagania i zasady doboru.
  - ☐ Norma PN-HD 60364-4- ... Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa . Wieloarkuszowa,
  - ☐ Norma PN-IEC 60364-5-... Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Wieloarkuszowa,
  - ☐ PN-EN 50522:2022-12 Uziemienie instalacji elektroenergetycznych prądu przemiennego o napięciu wyższym niż 1kV,
  - ☐ N SEP-E-004 "Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa",
  - ☐ PN-EN 61140:2016-07 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym. Wspólne aspekty instalacji i urządzeń.
  - ☐ PN-HD 60364-5-52:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Oprzewodowanie.
  - ☐ PN-HD 60364-4-41:2017-09 " Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym",
  - ☐ PN-HD 60364-6 „Instalacje elektryczne nn - Część 6: Sprawdzenia”.

- Zarządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 marca 2010 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dziennik Ustaw Nr 56 poz. 461),
- Prawo budowlane z 7 lipca 1994, wraz z późniejszymi zmianami, aktualnymi w chwili wykonywania niniejszego opracowania.
- Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dziennik Ustaw Nr 80 poz. 563),
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy-Obwieszczenie Ministra Gospodarki Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28.08.2003r.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28.08.2019r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych,
- Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/35/UE z dnia 26 lutego 2014r. wdrożonej Rozporządzeniem Ministra Rozwoju z dnia 2 czerwca 2016r. w sprawie wymagań dla sprzętu elektrycznego,
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997r. - "Prawo energetyczne" (Dziennik Ustaw RP nr 54 wraz z późniejszymi zmianami, poz. 348 i nr 158, poz. 1042). Rozdział 6. "Urządzenia, instalacje, sieci i ich eksploatacja".

## 2 Cel realizacji zadania i przedmiot opracowania

Celem realizacji zadania jest opracowanie dokumentacji projektowej umożliwiającej przeprowadzenie remontu pola zasilającego nr 14 na Rozdzielni Głównej R-18 20kV zlokalizowanej na terenie oczyszczalni ścieków Radocha II w Sosnowcu.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy branży elektryki dla zakresu jw.

Inwestorem dla zadania jest:

Sosnowieckie Wodociągi Spółka Akcyjna ul. Ostrogórska 43, 41-200 Sosnowiec.

## 3 Zakres opracowania

Zakres niniejszego opracowania i dokumentacji projektowej:

- ☐ demontaż istniejącej aparatury obwodów pierwotnych w celce pola nr 14,
- ☐ demontaż istniejącej aparatury obwodów wtórnych w celce pola nr 14,
- ☐ uzupełnienie instalacji uziemiającej,
- ☐ zabudowa nowej aparatury obwodów pierwotnych 20kV w polu nr 14,
- ☐ zabudowa nowej aparatury obwodów wtórnych w polu nr 14,
- ☐ utylizacja odpadów, posprzątanie terenu prac,
- ☐ ochrona przeciwprzepięciowa, ochrona przeciwporażeniowa.

#### 4 Stan istniejący

Główna stacja zasilająca 20kV (oznaczona jako R-18) zlokalizowana na terenie oczyszczalni ścieków Radocha II w Sosnowcu posiada typową rozdzielnicę Ruwb-20, wykonana jako wolnostojąca jednostka w układzie „U” z sekcjonowanymi (odłącznikiem) szynami zbiorczymi, dwupoziomową, złożoną z 30 pól.

- sekcja 1 – pola 1 – 14,
- sekcja 2 – pola 17 – 30.

Pole sprzęgłowe nr 31 wyposażone jest w wyłącznik mocy, przekładniki prądowe oraz odłączniki szynowe po obu stronach pola. Sekcja 1 (pole nr 14) zasilana jest kablem 20kV HAKFtA 3x240mm<sup>2</sup> z pola nr 29 rozdzielni GPZ Mysłówice 110/20kV. Kabel zasilający przyłączy 1 w eksploatacji odbiorcy. Zdjęcie celki pola:



Sekcja 2 (pole nr 17) zasilana jest z pola nr 16, które zasilono z stacji Czarna Przemsza. Granica zasilania znajduje się na odłączniku szynowym w polu nr 17. Zdjęcie celki pola:





Sterowanie odłącznikami w obu polach jest ręczne z poziomu górnego. Sterowanie wyłącznikiem jest zarówno ręczne z przycisków sterowniczych/przycisków na panelu zabezpieczenia jak i zdalne poprzez zabezpieczenie pola.

Układ pól zasilających (wyłączników) nr 14 i 17 oraz pola sprzęgła nr 31 objęty jest blokadą elektryczną uniemożliwiającą spięcie GPZ Mysłowice i GPZ Czarna Przemsza, zrealizowaną w sposób uniemożliwiający jednoczesne załączenie pól nr 14 i 17 przy załączonym polu sprzęgła nr 31.

Pola nr 14 i 17 wyposażone są w cyfrowe zespoły zabezpieczające typu multiMUZ LZ, wyłączniki mocy (w polu nr 14 – SCI4, w polu nr 17 HD4/R), przekładniki prądowe, przekładniki napięciowe (tylko pole nr 14) oraz odłączniki OW III 20/6.

Pole nr 31 wyposażone jest w cyfrowe zespoły zabezpieczające typu multiMUZ-3, wyłącznik mocy SION 3AE5, przekładniki prądowe TPU 60.11 oraz odłączniki OW-24.

Sieć 20kV zasilająca oczyszczalnię ścieków Radocha II w Sosnowcu pracuje z punktem zerowym uziemionym przez rezystor.

W układzie zasilania oczyszczalni nie przewidziano automatyki SZR.

Moc zwarciowa na przyłączy 1 wynosi 144,6 MVA, a na przyłączy 2 – 233,5 MVA.

Rozdzielnia 20kV posiada uziemienie ochronne wykonane bednarką **żółto-zieloną**, wprowadzoną do wszystkich celek 20kV:



## 5 Stan projektowany

### 5.1 Obwody pierwotne

Pole nr 14 jest aktualnie wyposażonym polem rezerwowym. Projekt zakłada całkowity demontaż aparatury pierwotnej zabudowanej w celce pola nr 14. Dodatkowo celka pola zostanie odnowiona (renowacja, odmalowanie, nowy napis na elewacji celki).

W polu zostanie zabudowana następująca aparatura pierwotna:

- ☐ wyłącznik próżniowy, do zabudowy stałej, konstrukcja wsporcza w formie wózka, wyłącznik typu e<sup>2</sup>BRAVO o parametrach:

- napięcie znamionowe wyłącznika: 24kV,
- prąd znamionowy: 800A,
- napięcie znamionowe udarowe piorunowe (1,2/50μs): 125kV,
- napięcie znamionowe o częstotliwości sieciowej (1 min.): 50kV,
- prąd znamionowy załączalny zwarciov: 63kA,
- prąd znamionowy wyłączalny zwarciov: 25kA,
- prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany (3s): 25kA,
- prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany: 63kA,
- napięcie sterownicze: 220VDC.

- ☐ przekładnik prądowy wsporczy typu TPU 60.11, przekładnik o parametrach:

- napięcie znamionowe przekładnika: 24kV,
- napięcie znamionowe udarowe piorunowe (1,2/50μs): 125kV,
- napięcie znamionowe o częstotliwości sieciowej (1 min.): 50kV,
- prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany (1s): 31,5kA,
- prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany: 80kA,
- przekładnia: 150/5/5A:

I rdzeń: 5VA, kl. 0,5; FS5,

II rdzeń: 10VA, 5P10.

- ☐ przekładnik napięciowy typu TJC 6, przekładnik o parametrach:

- napięcie znamionowe przekładnika: 24kV,
- napięcie znamionowe udarowe piorunowe (1,2/50μs): 125kV,
- napięcie znamionowe o częstotliwości sieciowej (1 min.): 50kV,
- przekładnia: 20:√3/0,1:√3/0,1:3

I rdzeń: 5VA, kl. 0,5,

II rdzeń: 5VA, kl. 3P.

- ☐ podstawa bezpiecznikowa pionowa z wkładką bezpiecznikową typu WBP-20 0,5A.

- ☐ przekładnik ziemnozwarciowy z rdzeniem dzielonym typu IO-100-D.
- ☐ odłącznik 3-fazowy, wewnętrzny, wyposażony w izolatory porcelanowe, przystosowany pod napęd typu posuwistego, odłącznik typu OWIII o parametrach:
  - napięcie znamionowe odłącznika: 24kV,
  - prąd znamionowy: 630A,
  - napięcie znamionowe udarowe piorunowe (1,2/50μs): 125kV,
  - napięcie znamionowe o częstotliwości sieciowej (1 min.): 50kV,
  - prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany (3s): 20kA,
  - prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany: 50kA.
- ☐ odłącznik z uziemnikiem dolnym 3-fazowy, wewnętrzny, wyposażony w izolatory porcelanowe, przystosowany pod napęd typu posuwistego, odłącznik typu OWIII o parametrach:
  - napięcie znamionowe odłącznika: 24kV,
  - prąd znamionowy: 630A,
  - napięcie znamionowe udarowe piorunowe (1,2/50μs): 125kV,
  - napięcie znamionowe o częstotliwości sieciowej (1 min.): 50kV,
  - prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany (3s): 20kA,
  - prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany: 50kA.

Wyłącznik będzie wyposażony w napęd silnikowy natomiast odłączniki oraz uziemnik będą wyposażone w napędy ręczne. Dodatkowo odłączniki oraz uziemnik będą wyposażone w blokady elektromagnetyczne typu NO5.

Jako połączenia pomiędzy urządzeniami obwodów pierwotnych należy zastosować malowane szyny aluminiowe płaskie AP 60x10.

## 5.2 Obwody wtórne

Wymiana całej aparatury pierwotnej pola wiąże się ściśle z zabudową nowej aparatury obwodów wtórnych pola (zabezpieczenie główne pola, zabezpieczenia obwodów sterowniczych i napięciowych, listwy zaciskowe, przekaźniki sygnalizacyjne, przyciski sterownicze, lampka sygnalizacyjna i amperomierz).

### 5.2.1 Zastosowane napięcia oraz obwody okrężne

W polu występować będą następujące napięcia:

- ☐ napięcie znamionowe rozdzielni – 20kV, 50Hz;
- ☐ napięcie obwodów pomiaru napięcia – 100V, 50Hz;

- napięcie obwodów zabezpieczenia ziemnozwarciowego – 100V, 50Hz;
- napięcie pomocnicze obwodów sterowniczych, sygnalizacyjnych, blokad oraz zasilania napędu wyłącznika – 220VDC.

Pomiar napięcia 100V w polu realizowany jest po stronie wtórnej przekładników napięciowych zabudowanych w polu. Napięcia 100V należy zastosować w obwodach kontroli napięcia 20kV dla zabezpieczeń podnapięciowych i nadnapięciowych.

Dla działania zabezpieczeń ziemnozwarciowych w polu realizowany jest pomiar napięcia 100V, które jest generowane w uzwojeniach otwartego trójkąta przekładników napięciowych zabudowanych w polu, w czasie występowania zwarć doziemnych w sieci 20kV.

Projektuje się zastosowanie nowych kabli sterowniczych dla włączenia pola w istniejące obwody okrężne rozdzielni.

### 5.2.2 Zabezpieczenie główne pola

Jako zabezpieczenie główne pola zabudowano cyfrowy zespół zabezpieczeń (sterownik polowy) typu e<sup>2</sup>TANGO-800.

Sterownik polowy typu e<sup>2</sup>TANGO to zintegrowany terminal sterowniczo-zabezpieczeniowy łączący funkcje sterownika polowego i zabezpieczenia, wyposażony w kolorowy wyświetlacz graficzny z synoptyką pola (układ odwzorowania pola SN na wyświetlaczu). Sterownik polowy realizuje funkcje automatyk i zabezpieczeń wymaganych do ochrony pola dopływowego. Sterownik zapewnia pełną współpracę z systemem nadzoru i sterowania stacji w zakresie układów i protokołów komunikacji. Wyposażony jest w port USB do konfiguracji np. z komputera przenośnego (łączy serwisowe), łączy inżynierskie do nadzoru zabezpieczeń.

Sterownik polowy e<sup>2</sup>TANGO jest cyfrowym zespołem elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej. Bezpieczeństwo obsługi zapewnia wbudowany system blokad, uniemożliwiający niedozwolone operacje łącznikami. Wszelkie operacje łączeniowe, pobudzenia i zadziałanie zabezpieczeń rejestrowane są w rejestratorze zdarzeń. Przebiegi wielkości zakłóceń zapisywane są dodatkowo w rejestratorze zakłóceń, co umożliwia ich późniejszą analizę.

Sterownik e<sup>2</sup>TANGO będzie realizować funkcje automatyki i zabezpieczeń wymaganych do ochrony pola dopływowego liniowego. Sterownik ten ma możliwość rozbudowy o dodatkowe wejścia i wyjścia w oparciu o karty rozszerzeń.

Sterownik e<sup>2</sup>TANGO ma możliwość zaprogramowania zabezpieczeń technologicznych pod względem: sposobu działania, zwłoki czasowej, oraz tworzenia własnego komunikatu tekstowego przypisanego przez użytkownika (funkcja dostępna dla użytkownika). Sterownik e<sup>2</sup>TANGO jest wyposażony w port USB do komunikacji lokalnej z oprogramowaniem konfiguracyjnym.

Sterownik e<sup>2</sup>TANGO posiada funkcję analizatora parametrów sieci w zakresie min.: napięcie, prąd, częstotliwość, kształt przebiegu czasowego, symetria napięć trójfazowych. Sterownik e<sup>2</sup>TANGO jest wyposażony w osobny panel operatorski z zestawem programowalnych diod sygnalizacyjnych, umożliwiający nastawienia oraz przeglądanie zarejestrowanych zdarzeń z opisami w języku polskim. Panel operatorski sterownika e<sup>2</sup>TANGO na wyświetlaczu graficznym umożliwia przedstawienie schematu synoptycznego pola. Wyświetlacz jest obsługiwany z poziomu polskojęzycznego menu.

Sterownik e<sup>2</sup>TANGO oprócz kryteriów zabezpieczeniowych pola, umożliwia realizację niżej wymienionych funkcji:

- ☐ pomiar prądów każdej z faz, napięć i mocy,
- ☐ pomiar energii,
- ☐ funkcje telemechaniki,
- ☐ sterowania łącznikami pola,
- ☐ autotestu,
- ☐ kontroli ciągłości obwodów wyłączających.

Sterownik e<sup>2</sup>TANGO posiada:

- ☐ dwa banki nastaw zabezpieczeń (z możliwością zdalnej zmiany banku nastaw),
- ☐ możliwość ustawienia działania danej funkcji zabezpieczeniowej na wyłączenie lub na sygnalizację,
- ☐ rejestrator zakłóceń i rejestrator zdarzeń,
- ☐ logiki programowalne umożliwiające realizację układów blokad i automatyk stacyjnych,
- ☐ sygnalizację w postaci 14 diod konfigurowalnych,
- ☐ możliwość obsługi lokalnej w zakresie zmiany nastaw, programowania sygnalizacji i przekaźników, określania stanów wejść i wyjść, przeglądania zdarzeń i zakłóceń z poziomu kolorowego wyświetlacza z synoptyką pola, jak również komputera przenośnego,
- ☐ pełne oprogramowanie do konfiguracji w języku polskim umożliwiające m.in. odczyt i zapis rejestratorów zdarzeń/zakłóceń oraz rejestratora kryterialnego, parametrów nastaw, konfiguracji, algorytmu logiki użytkownika, synoptyki pola oraz możliwości reedycji wyświetlanych pomiarów na poszczególnych stronach ekranu wyświetlacza sterownika.

Nastawy zabezpieczeń wprowadzane mogą być bezpośrednio z klawiatury na panelu czołowym lub za pomocą specjalnego oprogramowania czy też systemu dyspozytorskiego. Sterownik e<sup>2</sup>TANGO zostanie wyposażony w karty we/wy cyfrowych, karty pomiaru prądów i napięć oraz interfejs komunikacyjny, umożliwiający połączenie lokalne z komputerem czy też z nadrzędnymi systemami nadzoru.

Do nowoprojektowanego zabezpieczenia e<sup>2</sup>TANGO zakłada się wprowadzenie nastaw z istniejącego zabezpieczenia multiMUZ-3.



Zadziałanie zabezpieczeń e<sup>2</sup>TANGO powoduje otwarcie wyłącznika poprzez 2 wyzwacze otwierające wyłącznika.

### 5.2.3 Pomiary

Pomiary zrealizowane są w układzie pośrednim z wykorzystaniem przekładników prądowych i przekładników napięciowych zabudowanych w polu.

W modernizowanym polu wartości prądów w poszczególnych fazach, a także wartości napięć oraz mocy czynnej i biernej są rejestrowane i możliwe do odczytu z wyświetlacza na panelu operatorskim zabezpieczenia e<sup>2</sup>TANGO.

Pomiar energii elektrycznej w modernizowanym polu realizowany jest za pomocą zabezpieczenia e<sup>2</sup>TANGO.

Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej poza zakresem niniejszego opracowania,

Zapewniono również odczyt wartości prądu na elewacji pola za pomocą amperomierza wskazówkowego.

### 5.2.4 Sterowanie

Manewrowanie odłącznikiem szynowym, odłącznikiem liniowym oraz uziemnikiem jest możliwe za pomocą dźwigni napędów ręcznych. Odłączniki oraz uziemnik wyposażone zostały w blokady elektromagnetyczne typu NO5 uniemożliwiające wykonanie nieprawidłowych czynności łączeniowych.

Sterowanie wyłącznikiem nadzorowane jest poprzez e<sup>2</sup>Tango i możliwe jest w dwóch wariantach:

- ☐ sterowanie lokalne z elewacji pola (z przycisków sterowniczych lub z panelu sterownika polowego) lub bezpośrednio z wyłącznika z informacją do sterownika polowego,
- ☐ sterowanie z systemu nadrzędnego poprzez sterownik polowy.

Wybór systemu sterowania zrealizowany jest poprzez uprawnienia z panelu sterownika polowego.

### 5.2.5 Blokady

W modernizowanym polu zastosowane są blokady związane z dokonywaniem czynności łączeniowych w torze głównym pola.

Czynności łączeniowe mogą być przeprowadzone:

- ☐ czynności łączeniowe odłącznikiem szynowym można wykonywać tylko przy wyłączonym wyłączniku,
- ☐ czynności łączeniowe odłącznikiem liniowym można wykonywać tylko przy wyłączonym wyłączniku oraz otwartym uziemniku,

- czynności łączeniowe uziemnikiem można wykonywać tylko przy braku obecności napięcia na kablu dopływowym.

Zastosowano układ blokady z podtrzymaniem uniemożliwiający załączenie wyłącznika po zadziałaniu zabezpieczeń do czasu usunięcia przyczyny realizowany poprzez zabezpieczenie e<sup>2</sup>TANGO.

Układ pól zasilających (wyłączników) nr 14 i 17 oraz pola sprzęgła nr 31 objęty jest blokadą elektryczną uniemożliwiającą spięcie GPZ Mysłowice i GPZ Czarna Przemsza, zrealizowaną w sposób uniemożliwiający jednoczesne załączenie pól nr 14 i 17 przy załączonym polu sprzęgła nr 31.

### 5.2.6 Sygnalizacje

W zmodernizowanym polu zrealizowane zostały następujące rodzaje sygnalizacji:

- Sygnalizacja zbiorcza obejmująca sygnały wystawiane przez zabezpieczenie e<sup>2</sup>TANGO (AW, UP, doziemienie) oraz zaniki napięcia w obwodach sterowania i sygnalizacji (wskazywane również poprzez przekaźniki sygnalizacyjne zabudowane na płycie czołowej pola) i wyprowadzona na obwody okężne,
- Sygnalizacja stanów awaryjnych pola od zabezpieczenia oraz od zaniku napięcia w obwodach sterowania i sygnalizacji jest realizowana optycznie w polu (diody sygnalizacyjne na panelu e<sup>2</sup>TANGO oraz lampka dla sygnalizacji stanów awaryjnych na elewacji pola).

Sygnalizacja ruchowa obejmuje stan położenia wyłącznika, odłączników – wyświetlacz graficzny na sterowniku polowym e<sup>2</sup>TANGO.

Przewidziano kontrolę lamki dla sygnalizacji stanów awaryjnych poprzez zastosowanie dedykowanego przycisku sterowniczego.

### 5.2.7 Wizualizacja i monitoring

Wizualizacja i sterowanie modernizowanym polem odbywać się będzie z wykorzystaniem systemu nadrzędnego. Dane niezbędne do tego celu pobierane będą ze sterownika polowego e<sup>2</sup>TANGO zlokalizowanego w modernizowanym polu.

Modernizowane pole wyposażone w e<sup>2</sup>TANGO będzie włączone do systemu nadrzędnego poprzez łącze telekomunikacyjne RS485.

## 6 Instalacja uziemiająca

W Rozdzielni Głównej R-18 20kV przewiduje się uzupełnienie istniejącej instalacji uziemiającej. Nowoprojektowane urządzenia 20kV zabudowane w modernizowanym polu nr 14 podłączone zostaną do istniejącej instalacji uziemiającej w budynku. Będzie to uziemienie ochronne.

Całość projektowanej instalacji uziemiającej przewiduje się wykonać bednarką ocynkowaną FeZn 40x5mm (żółto-zieloną).

Połączenia projektowanej bednarki z istniejącą instalacją uziemiającą wykonać poprzez spawanie. Połączenia bednarki do obudów projektowanych urządzeń wykonać należy poprzez skręcanie. Do instalacji uziemiającej podłączyć należy wszystkie projektowane urządzenia, konstrukcję oraz aparaturę, połączenie wykonać należy w dwóch miejscach do szyny uziemiającej.

Połączenia bednarki należy wykonać w sposób trwały, najlepiej poprzez spawanie, dopuszcza się również połączenia skręcane. Połączenia spawane bednarki zostaną odpowiednio zabezpieczone taśmą antykorozyjną Denso.

**Po wykonaniu instalacji uziemiającej wykonać należy następujące pomiary i pomiary te decydują o dopuszczeniu instalacji do pracy.:**

- a) pomiar rezystancji uziemienia,
- b) pomiar ciągłości uziemień,
- c) pomiar napięć rażenia,
- d) pomiary obciążalności mocą pozorną uzwojeń wtórnych przekładników.

## 7 Projektowane linie kablowe SN i nN

W ramach zadania projektuje się następujące linie kablowe SN 20kV:

- a) Kabel SN nr 1 (ozn. KSN1), kabel 20kV typu XRUHAKXS

3x(1x240mm<sup>2</sup>/50mm<sup>2</sup>), 12/20kV, l~50m, kabel relacji:

Istniejąca linia kablowa 20kV relacji: Podstacja Mysłowice – Rozdzielnia Główna R-18 20kV, projektowana mufa kablowa SN 20kV M1 - Rozdzielnia Główna R-18 20kV, sekcja 1, pole nr 14.

Kabel układać w kanale kablowym budynku Rozdzielni Główniej R-18 20kV oraz poza budynkiem.

**Projektowany odcinek linii kablowej dobrano do istniejącego obciążenia rozdzielni R-18 20kV. Z budynku wycofany zostanie i zdemonstrowany odcinek istniejącego kabla olejowego typu HAKFtA 3x240mm<sup>2</sup>, do pola przyłączony zostanie nowoprojektowany kabel XRUHAKXS 3x(1x240mm<sup>2</sup>/50mm<sup>2</sup>), 12/20kV. Projektowany kabel jest kablem o parametrach znacznie lepszych niż istniejący kabel zasilających rozd. R-18 20kV – kabel dobrano poprawnie.**

Wprowadzenie projektowanego odcinka linii kablowej SN 20kV (ozn. KSN1) do istniejącego budynku rozdzielni R-18 20kV wykonać należy poprzez istniejący przepust kablowy w budynku. Wewnątrz budynku kabel układać w istniejących kanałach kablowych.

Wszystkie przejścia przez ściany należy uszczelnić preparatem ognioszczelnym do klasy odporności ogniowej ściany lub jeśli nie została wskazana do poziomu REI120, należy stosować preparat ognioszczelny/masę uszczelniającą Hilti (CP673).

Na kablach przechodzących przez ściany i przegrody pożarowe należy założyć oznaczniki kablowe po obydwu stronach ściany pożarowej. Należy stosować oznaczniki trwałe, płaskie, wykonane z tworzywa sztucznego lub metalowe z wygrawerowanymi opisami. Układanie kabli wykonać zgodnie z normą N-SEP-E-004.

Kable ułożone pionowo lub pochyło powinny być tak zamocowane tak, aby siła naciągu nie wywoływała nadmiernych naprężeń w kablu, nie powodowała osiowego przesunięcia kabla. Podłączenie projektowanego odcinka linii kablowej SN 20kV do pola nr 14 w rozdzielnicy SN 20kV R-18, wykonać należy za pomocą wewnętrznych głowic kablowych, zimnokurczliwych typu 3xITK224 C95-240x12, z końcówkami śrubowymi.

Do połączenia istniejącego kabla HAKFtA 3x240mm<sup>2</sup> z proj. kablem XRUHAKXS 3x(1x240mm<sup>2</sup>/50mm<sup>2</sup>), 12/20kV, zastosować należy mufę termokurczliwą przejściową ze złączkami śrubowymi 24GTM3.1.M70-240.

**Mufę kablową zabudować należy poza budynkiem stacji.**

Stosować należy osprzęt kablowy prod. Euromold/Nexans, dostosowany do  $U_n=24kV$ .

Karty katalogowe zastosowanego osprzętu kablowego przedstawiono w jednym z załączników do dokumentacji.

**Wykonawca linii kablowej powinien przedstawić również protokoły z badań pomontażowych odbiorczych obejmujących swym zakresem:**

- a) oględziny zewnętrzne,
- b) sprawdzenie zgodności faz,
- c) sprawdzenie ciągłości żył roboczych i powrotnych,
- d) pomiar rezystancji żył roboczych i powrotnych dla kabli,
- e) pomiar rezystancji izolacji,
- f) próba napięciowa izolacji żyły roboczej metodą VLF 0.1 o kształcie sinusoidalnym z pomiarem współczynnika strat dielektrycznych  $\tan \delta$ ,
- g) pomiar poziomu wyładowań niezupełnych,
- h) badanie szczelności powłoki.

Dodatkowe wytyczne dla budowy linii kablowych SN i nN:

Kable układać zgodnie z obowiązującymi normami. W trakcie budowy linii kablowych należy przestrzegać wymagań normy N SEP-E-004.

Dopuszczalne jest zginanie kabli elektroenergetycznych w przypadkach koniecznych, należy zachować dopuszczalne wartości promieni gięcia zgodnie z katalogiem producenta (promień gięcia oznacza najmniejszy możliwy do uzyskania łuk nie powodujący uszkodzeń mechanicznych), w przypadku braku dostatecznych informacji promień gięcia nie powinien być większy niż:

- 10-krotna średnica linii kablowej w przypadku kabli sygnałowych;
- 15-krotna średnica linii kablowej w przypadku kabli wielożyłowych;
- 20-krotna średnica linii kablowej w przypadku kabli jednożyłowych.

## 8 Demontaże i utylizacja odpadów oraz prace porządkowe

Wykonawca robót zobowiązany jest do ustalenia z Inwestorem przeznaczenia wszystkich elementów pochodzących z demontaży. Inwestor wskaże, które elementy nie podlegają utylizacji i powinny zostać w stanie nienaruszonym przekazane zamawiającemu. **Wykonawca robót elektrycznych zobowiązany jest do wykonania i zatwierdzenia u Inwestora protokołu robót zanikowych dla każdych prac ulegających zasypaniu, zakopaniu oraz dla przeprowadzanych demontaży.**

**Wykonawca robót staje się wytwórcą powstałych przy realizacji prac odpadów i zobowiązany jest do postępowania z nimi zgodnie z obowiązującą Ustawą o odpadach z dn. 14 grudnia 2012r. (Dz.U. 2013 poz. 21 z późn. zm.).**

## 9 Ochrona przeciwprzepięciowa

Nie wprowadzono zmian w ochronie przeciwprzepięciowej.

## 10 Ochrona przed porażeniem elektrycznym

Ochronie podlegają wszystkie części urządzeń elektrycznych, które nie znajdują się pod napięciem, a przerzut napięcia na te urządzenia w przypadkach awaryjnych może stworzyć niebezpieczeństwo porażenia. Dla rozdzielni 20kV wykonane jest uziemienie ochronne.

Wszystkie elementy metalowe dostępne połączono przewodami uziemiającymi w postaci płaskownika stalowego ocynkowanego i podłączono do instalacji uziemiającej.

Jako ochronę przeciwporażeniową dodatkową zastosowano uziemienie.

Zastosowano następujące środki ochrony:

- ☐ ochrona podstawowa – ochrona przed dotykiem bezpośrednim (izolacja części czynnych oraz bariery ochronne w pomieszczeniach wydzielonych, dostępnych tylko dla uprawnionych osób dozoru i ruchu elektrycznego),
- ☐ ochrona przed dotykiem pośrednim zapewnia uziemienie ochronne. Ochronie podlegają dostępne metalowe części sprzętu elektrycznego nieprzeznaczone do pracy pod napięciem, metalowe konstrukcje wsporcze i metalowe osłony. Instalację uziemienia ochronnego należy wykonać oddzielnie dla każdego urządzenia i połączyć do siatki uziemiającej rozdzielnic 20kV. Sieć 20kV zasilająca oczyszczalnię ścieków Radocha II w Sosnowcu pracuje z punktem zerowym uziemionym przez rezystor.

Skuteczność zastosowanych środków ochrony przeciwporażeniowej należy potwierdzić pomiarami zgodnie z normą PN-HD-60364-6 „Instalacje elektryczne nn - Część 6:

Sprawdzenia”. Środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim należy wykonać zgodnie z wymogami norm PN-HD 60364-4-41 i PN-E-05115.

## 11 Uwagi końcowe i wytyczne prowadzenia modernizacji

- a) Wykonawcę realizującego budowę wg. niniejszego opracowania obowiązuje w jego zakresie przestrzeganie przepisów BHP w odniesieniu do wszystkich szczegółów, które nie mogły być omówione w projekcie,
- b) Wszystkie prace demontażowe i montażowe należy wykonywać pod nadzorem osób przeszkolonych i uprawnionych. Użycie sprzętu może nastąpić po absolutnym upewnieniu się, że zapewnione będzie bezpieczeństwo pracujących ludzi, za zgodą Inspektora Nadzoru Budowy,
- c) Przed rozpoczęciem prac kierownik budowy powinien:
  - i. zapewnić oznakowanie i wydzielenie terenu, na którym będą prowadzone prace,
  - ii. przeprowadzić instruktaż pracowników, informując o ewentualnych zagrożeniach,
  - iii. wskazać konieczność stosowania przez pracowników środków ochrony indywidualnej, zabezpieczających przed skutkami zagrożeń,
  - iv. określić zasady postępowania w przypadku wystąpienia zagrożenia.
- e) Po zakończeniu robót należy przeprowadzić próby funkcjonalne urządzeń, sprawdzenie aparatury przekąźnikowej i pomiarowej, pomiary izolacji obwodów wtórnych, zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami,
- f) Oddanie urządzeń do eksploatacji winno być poprzedzone wykonaniem rozruchu próbnego,
- g) Ze wszystkich prób i pomiarów należy sporządzić protokoły, a ostateczne przekazanie urządzeń do eksploatacji może nastąpić po uzyskaniu świadectwa lub zezwolenia na dopuszczenie do ruchu,
- h) Podczas prac demontażowych należy zwrócić szczególną uwagę, aby nie uszkodzić pracujących urządzeń, kabli i innych instalacji,
- i) Oznaczenie identyfikacyjne przewodów elektrycznych należy wykonać barwami zgodnie z Normą nr PN-EN 60446:2002,
- j) Wszelkie prace należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz z uwzględnieniem Polskich Norm,
- k) Po zakończeniu modernizacji należy wykonać badanie zagrożenia porażeniowego na rozdzielni 20kV,
- l) Przy montażu oszynowania należy pamiętać o zachowaniu bezpiecznych odległości izolacyjnych,
- m) Przy montażu oszynowania należy pamiętać o zachowaniu bezpiecznych odległości

- izolacyjnych,
- n) W trakcie montażu osprzętu wewnętrzną część zacisków należy pokryć pastą zwiększającą przewodność,
  - o) Należy zwrócić uwagę czy powierzchnia zacisków nie ma uszkodzeń mechanicznych i wad wykonania mogących wpływać na jakość połączenia elektrycznego oraz mechanicznego,
  - p) Przy połączeniach zacisków śrubowych oraz sworzni lub z końcówkami płaskimi należy stosować podkładki zwykłe i sprężyste, ocynkowane,
  - q) Podczas montażu należy na bieżąco kontrolować zbliżenia pomiędzy elementami czynnymi, a także pomiędzy elementami czynnymi i elementami metalowymi.

**Dostawca urządzeń został podany przykładowo i może ulec zmianie na innego dostawcę produkującego równoważne urządzenia o takich samych lub lepszych parametrach.**

**Zmiana urządzeń jest możliwa tylko i wyłącznie po uzyskaniu zgody Inwestora i biura projektowego wykonyującego niniejszy projekt.**

**Nie dopuszcza się zmiany typów podanej aparatury oraz projektowanych materiałów i elementów bez zgody Inwestora oraz Projektanta.**

**Do projektu dołączono oświadczenie projektanta o dopuszczeniu materiałów równoważnych, parametry urządzeń przedstawiono w dokumentacji projektowej.**

**Po uzyskaniu ww. zgód, zmiany i aktualizacji dokumentacji dokona we własnym zakresie wybrany w ramach przetargu Wykonawca prac.**

## 12 Obliczenia techniczne

### 12.1. Obliczenia zwarciove rozdzielni 20kV

Informację odnośnie parametrów zwarciowych na szynach istniejącej rozdzielni Rozdzielni Głównej R-18 20kV podał Inwestor. Na potrzeby doboru urządzeń SN moc zwarciową dla Rozdzielni Głównej R-18 20kV należy przyjąć jako:  $S_z = 233,5 \text{ MVA}$ , czas trwania zwarcia  $T_z = 1\text{s}$ .

Prąd początkowy:

$$I_k' = \frac{233,5}{\sqrt{3} * 20} = 6,74 \text{ kA}$$

Do obliczeń przyjęto:

- ☐ prąd początkowy  $I_k' = 6,74 \text{ kA}$ ,
- ☐ prąd udarowy  $i_p = 17,16 \text{ kA}$ ,
- ☐ prąd wyłączalny  $I_{ws} = k_w * I_k' = 1 * 6,74 = 6,74 \text{ kA}$ ,
- ☐ prąd zwarciovy 1-sekundowy  $I_{th1s} = 1,05 * 6,74 = 7,08 \text{ kA}$ ,
- ☐ prąd zwarciovy 3-sekundowy  $I_{th3s} = \sqrt{\frac{1}{3}} * I_k' = \sqrt{\frac{1}{3}} * 6,74 = 3,89 \text{ kA}$

Należy zastosować aparaturę SN o parametrach większych niż:

- Prąd zwarciovy krótkotrwały 6,74 kA,
- Prąd zwarciovy szczytowy 17,16 kA.

### 12.2. Dobór instalacji uziemiającej 20kV

Zgodnie z PN-EN 50522:2011 przekrój „A” przewodu oblicza się z wzoru:

$$A \geq \frac{I}{K} \times \sqrt{\frac{t_F}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

gdzie:

$I$  – prąd uziomowy (przyjęto  $I = 0,85 \cdot I_k'' = 0,85 \cdot 6,74 \text{ kA} = 5,73 \text{ kA}$ )

$K$  – stała dla  $Fe=78$

$t_F$  – czas trwania zwarcia (przyjęto  $t_F=1\text{s}$ )

$\Theta_f$  – temp. końcowa dla  $Fe=400^\circ\text{C}$

$\Theta_i$  – temp. początkowa  $=20^\circ\text{C}$

$\beta$  – współczynnik dla  $Fe=202$

Minimalny przekrój przewodów uziemiających:

$$A = \frac{I}{K} * \sqrt{\frac{t_f}{\ln \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}}}$$



$$A = \frac{5729,5}{78} * \sqrt{\frac{1}{\ln \frac{400 + 202}{20 + 202}}} = 73,54 \text{ mm}^2$$

Dla wykonania uziemienia przyjęto - jako przewody uziemiające dla połączenia aparatury z konstrukcjami i uziomem - bednarkę stalową ocynkowaną FeZn 40x5 (200mm<sup>2</sup>) **żółto-zieloną**.

### 12.3. Sprawdzenie doboru urządzeń SN

#### 12.3.1. Sprawdzenie doboru wyłącznika

Dobrano wyłącznik próżniowy typu e<sup>2</sup>BRAVO produkcji Elektrometal Energetyka SA o parametrach:

- napięcie znamionowe:	$U_n=24\text{kV}$	$\geq$	$U_n=20\text{kV}$
- prąd znamionowy ciągły:	$I_n=800\text{A}$	$\geq$	$I_n=150\text{A}$
- znamionowy prąd zwarciaowy krótkotrwały:	$I'_{k3s}=25\text{kA}$	$\geq$	$I'_k=6,74\text{kA}$
- znamionowy prąd zwarciaowy szczytowy:	$I_p=63\text{kA}$	$\geq$	$I_p=17,16\text{kA}$

**Wyłączniki SN dobrano poprawnie.**

#### 12.3.2. Sprawdzenie doboru odłącznika szynowego i liniowego SN

Dobrano odłącznik typu OWIII 20/6-1 produkcji ABB o parametrach:

- napięcie znamionowe:	$U_n=24\text{kV}$	$\geq$	$U_n=20\text{kV}$
- prąd znamionowy ciągły:	$I_n=630\text{A}$	$\geq$	$I_n=150\text{A}$
- znamionowy prąd zwarciaowy krótkotrwały:	$I'_{k3s}=20\text{kA}$	$\geq$	$I'_k=6,74\text{kA}$
- znamionowy prąd zwarciaowy szczytowy:	$I_p=50\text{kA}$	$\geq$	$I_p=17,16\text{kA}$

**Odłączniki SN dobrano poprawnie.**

#### 12.3.3. Sprawdzenie doboru przekładnika prądowego SN

Dobrano przekładnik prądowy typu TPU 60.11 produkcji ABB o parametrach:

- napięcie znamionowe:	$U_n=24\text{kV}$	$\geq$	$U_n=20\text{kV}$
- znamionowy prąd zwarciaowy krótkotrwały:	$I'_{k1s}=31,5\text{kA}$	$\geq$	$I'_k=6,74\text{kA}$
- znamionowy prąd zwarciaowy szczytowy:	$I_p=80\text{kA}$	$\geq$	$I_p=17,16\text{kA}$
- prąd znamionowy strony pierwotnej:	$I_{1n}=150\text{A}$		
- prąd znamionowy strony wtórnej:	$I_{2n}=5\text{A}$		

**Przekładniki prądowe SN dobrano poprawnie.**

### 12.3.4. Sprawdzenie doboru przekładnika prądowego – strona wtórna

#### Zasilanie rozdzielni Rozdzielni Głównej R-18 20kV - pole nr 14

Dane przyjęte do obliczeń dotyczących doboru mocy przekładników prądowych:

- znamionowa wartość prądu po stronie wtórnej przekładnika:  $I_n = 5 \text{ A}$
- przekrój przewodu:  $s = 2,5 \text{ mm}^2$
- oporność przejścia na zaciskach:  $R_z = 0,025 \text{ } \Omega$
- liczba zacisków:  $z = 4$
- konduktywność przewodu:  $\gamma_{\text{Cu}} = 56 \text{ mS/m}$

Wzór na wyznaczenie rezystancji przewodów:

$$R_p \geq \frac{l}{\gamma_{\text{Cu}} * s} \quad [\Omega]$$

gdzie:

$l$  – długość przewodu łączącego przekładnik prądowy z zasilanym aparatem.

Wzór na wyznaczenie strat mocy w przewodach w warunkach dopuszczalnego przeciążenia:

$$\Delta S_p = I_n^2 * R_p [\text{VA}]$$

Wzór na wyznaczenie mocy traconej na oporności przejścia zacisków:

$$\Delta S_z = I_n^2 * R_z * z [\text{VA}]$$

Obciążenie wprowadzone przez aparaty przyłączone do uzwojenia wtórnego:

$$\Delta S_{\text{ap}} - \text{obciążenie mocy w przyłączonych aparatach}$$

Wyznaczenie całkowitej mocy pobieranej przez obwód wtórny przekładnika prądowego:

$$S_{\text{obc}} = \Delta S_p + \Delta S_z + \Delta S_{\text{ap}} [\text{VA}]$$

Obciążenie przekładników prądowych nie może przekraczać wartości znamionowych, zatem:

$$S_{\text{pp}} > S_{\text{obc}}$$

gdzie:

$S_{\text{pp}}$  – znamionowa moc uzwojenia wtórnego przekładnika prądowego,

$S_{\text{obc}}$  – całkowita moc pobierana przez wtórny obwód przekładnika prądowego.

Obciążenia wprowadzane przez aparaty przyłączone do uzwojeń wtórnych przekładników prądowych w polu nr 14:

$\Delta S_{\text{ap}} = \Delta S_{\text{ap}} (\text{EA19}) = 0,5 \text{ VA}$  - obciążenie obwodów prądowych amperomierza EA19

$\Delta S_{\text{ap}} = \Delta S_{\text{ap}} (e^2_{\text{TANGO}}) = 0,2 \text{ VA}$  - obciążenie obwodów prądowych zabezpieczenia e<sup>2</sup>TANGO

Dobrano przekładnik o następujących parametrach:

150/5/5A, I<sub>th</sub>=31,5kA

I – 5VA; kl. 0,5; FS5;

II – 10VA; 5P10.

Numer rdzenia	l [m]	s [mm <sup>2</sup> ]	R <sub>p</sub> [Ω]	ΔS <sub>p</sub> [VA]	ΔS <sub>z</sub> [VA]	ΔS <sub>ap</sub> [VA]	S <sub>obc</sub> [VA]	Obciążenie [%]
Rdzeń I	3	2,5	0,021	0,536	2,5	0,5	3,536	70,72
Rdzeń II	3	2,5	0,021	0,536	2,5	0,2	3,236	32,36

$$S_{pp} > S_{obc}$$

$$I - 5 > 3,536$$

$$II - 10 > 3,236$$

Przekładniki dobrano prawidłowo.

### 12.3.5. Sprawdzenie doboru przekładnika napięciowego SN

Dobrano przekładnik napięciowy typu TJC 6 produkcji ABB o parametrach:

- napięcie znamionowe:  $U_n=24kV \geq U_n=20kV$

- napięcie znamionowe strony pierwotnej:  $U_{1n}=20:\sqrt{3}kV$

- napięcie znamionowe strony wtórnej:  $U_{2n}=0,1:\sqrt{3}kV$

$$U_{2n}=0,1:3kV$$

Przekładniki napięciowe SN dobrano poprawnie.

### 12.3.6. Sprawdzenie doboru przekładnika napięciowego – strona wtórna

#### Zasilanie rozdzielni Rozdzielni Głównej R-18 20kV - pole nr 14

Dobrano przekładnik o następujących parametrach:

$$20:\sqrt{3} / 0,1:\sqrt{3} / 0,1:3 kV$$

I – 5VA; kl. 0,5;

III – 5VA; 3P.

Obciążenie wprowadzone przez aparaty przyłączone do uzwojenia wtórnego:

$$\Delta S_{ap} - \text{obciążenie mocy w przyłączonych aparatach}$$

Wyznaczenie całkowitej mocy pobieranej przez obwód wtórny przekładnika napięciowego:

$$S_{obc} = \Delta S_{ap} [VA]$$

Obciążenie przekładników napięciowych nie może przekraczać wartości znamionowych, zatem:

$$S_{pn} > S_{obc}$$

gdzie:

S<sub>pp</sub> – znamionowa moc uzwojenia wtórnego przekładnika napięciowego,

$S_{obc}$  – całkowita moc pobierana przez wtórny obwód przekładnika napięciowego.

Obciążenia wprowadzane przez aparaty przyłączone do uzwojeń wtórnych przekładników napięciowych w polu nr 14:

$$\Delta S_{ap} = \Delta S_{ap(e^2 TANGO)} = 0,4VA - \text{obciążenie obwodów napięciowych zabezpieczenia } e^2 TANGO$$

$$S_{pn} > S_{obc}$$

$$I - 5 > 0,4$$

$$II - 5 > 0,4$$

Przekładniki dobrano prawidłowo.

#### 12.4. Nastawy zabezpieczeń

W polu nr 14 Rozdzielni Głównej R-18 20kV proponuje się wprowadzić do zabezpieczenia pola następujące nastawy zabezpieczeń:

$$I > \quad 260A/1,3s$$

$$I >> \quad 2000A/0,3s$$

$$I_o > \quad 40A/0,3s - \text{ziemnozwarciowe zerwo-prądowe}$$

$$U < \quad 0,7U_n/0,5s$$

$$U > \quad 1,2s U_n/0,5s$$