



Ochrona Środowiska, Budownictwo Wodne

ul. Żeromskiego 21, 58-200 Dzierżonów, tel. 74 645 23 33; tel. 74 817 17 15; tel. kom. 609 33 22 60

## PROJEKT WYKONAWCZY

<b>Branża:</b>	Elektryczna
<b>Projekt:</b>	Budowa sortowni odpadów komunalnych zmieszanych wraz z infrastrukturą towarzyszącą w ramach rozbudowy RIPOK Legnica.
<b>Adres:</b>	dz. nr 9,10,11/3, obr. 0034 Pawice, jedn. ewid. 026201_1 Legnica ul. Rzeszotarska, 59-220 Legnica
<b>Inwestor:</b>	Legnickie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. ul. Nowodworska 60 59-220 Legnica
<b>Kat. obiektu:</b>	XVIII

Branża	Imię i nazwisko	Specjalność i nr uprawnień	Podpis
INST. ELEKTRYCZNE Projektant	inż. Józef Kuśmierek	specjalność instalacyjno- inżynieryjna w zakresie instalacji elektrycznych nr upr. <b>ANF 2/54/82</b>	

**STRONY TYTUŁOWE:**

1.	Strona nagłówkowa wraz z zespołem projektowym	1
2.	Spis zawartości opracowania	2

**CZĘŚĆ OPISOWA**

Opis techniczny	3
-----------------	---

**CZĘŚĆ GRAFICZNA**

E-1	Rzut parteru hali sortowni – plan instalacji elektrycznej	1:100	E-1
E-2	Rzut parteru hali sortowni – instalacja uziemiająca i wyrównawcza, przebieg koryt kablowych	1:100	E-2
E-3	Schemat ideowy zasilania		E-3
E-4	Schemat rozliczeniowego układu pomiarowego w stacji Str2		E-4
E-5	Schemat kontrolnego układu pomiarowego w stacji Str2		E-5
E-6	Schemat rozdzielnicy RG sortowni		E-6
E-7	Schemat kontrolnego układu pomiarowego w rozdzielnicy RG sortowni		E-7
E-8	Schemat rozdzielnicy R1		E-8
E-9	Schemat zestawu gniazdowego ZG01- ZG07		E-9

## INSTALACJE ELEKTRYCZNE

### 1. Podstawa opracowania

- Wizja lokalna.
- Projekt budowlany budowy sortowni odpadów komunalnych zmieszanych wraz z infrastrukturą towarzyszącą w ramach rozbudowy RIPOK Legnica, wykonany przez biuro projektowe proGEO Sp. z o.o.
- Warunki przyłączenia nr WP/090100/2017/O02R01 z dnia 01.12.2017r.
- Dz. U. z 2010r. Nr 243 poz 1623 USTAWA z dnia 7 lipca 1994 r., Prawo budowlane (z późniejszymi zmianami).
- Dz.U. 03.120.1126 ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 23 czerwca 2003, w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.
- Dz.U. 03.120.1133 ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 3 lipca 2003 r., w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego.
- Dz. U. 02.75.690 ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 12 kwietnia 2002r., w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (z późniejszymi zmianami).
- N-SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- N-SEP-E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.
- PN-E-05115 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1kV.
- Wieloarkuszowa norma PN-IEC 60364 oraz PN-HD 60364.
- Norma PN-EN 62305 Ochrona odgromowa cz. 1, 2, 3, 4.
- Standardy obowiązujące w Tauron Dystrybucja S.A.

### 2. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest uszczegółowienie rozwiązań technicznych zawartych w części elektrycznej projektu budowlanego pn. „Budowa sortowni odpadów komunalnych zmieszanych wraz z infrastrukturą towarzyszącą w ramach rozbudowy RIPOK Legnica”, sporządzonego przez biuro projektowe proGEO Sp. z o.o.

Zakres projektu wykonawczego obejmuje:

- przebudowę zewnętrznych instalacji SN-20kV wraz z budową stacji transformatorowej 20/0,4kV (STr2),
- przebudowę zewnętrznych instalacji nn-0,4kV,
- instalacje wewnętrzne w projektowanej hali sortowni odpadów zmieszanych (instalacja oświetleniowa, gniazdowa, siłowa, wyrównawcza, odgromowa).

### 3. Stan istniejący

W chwili obecnej na terenie składowiska znajduje się kontenerowa stacja transformatorowa STr1 nr ST-961-18, wyposażona w transformator olejowy o mocy 250kVA. Stacja zasilana jest linią kablową typu 3x (XRUHAKXS 1x70/25mm<sup>2</sup> 12/20kV) ze słupa nr L-961-17-1. Linia SN-20kV nr L-961 wyprowadzona jest ze stacji 110/20kV „Północna”. W/w linia kablowa, aparatura łączeniowa na słupie L-961-17-1 oraz stacja ST-961-18 jest własnością inwestora. Granica własności znajduje się na zaciskach mostków prądowych na słupie nr L-961-17-1. Istniejąca stacja transformatorowa zasilą sortownię odpadów surowcowych oraz kompostownię. Układ pomiarowo – rozliczeniowy zabudowany jest w/w stacji po stronie niskiego napięcia.

### 4. Oddziaływanie na środowisko i ochrona terenu

Projektowane elementy nie mają wpływu na stopień zanieczyszczenia gleby, wód i powietrza. Inwestycja nie zagraża środowisku i zdrowiu ludzi.

Zastosowane rozwiązania techniczne oraz wyroby budowlane zapewniają, iż planowana inwestycja nie wywiera ujemnego wpływu na środowisko naturalne i nie stwarza zagrożenia dla warunków zdrowia i życia ludzi zarówno w trakcie budowy jak i w trakcie eksploatacji.

### 5. Rozwiązania projektowe

#### 5.1. Zagospodarowanie terenu

W związku ze zwiększeniem mocy zapotrzebowanej w miejscu wskazanym na planie zagospodarowania terenu należy wybudować kontenerową stację transformatorową 20/0,4kV o mocy do 1000kVA (oznaczenie stacji STr2). Istniejącą linią kablową SN-20kV typu 3x (XRUHAKXS 1x70/25mm<sup>2</sup>) relacji słup nr L-961-17-1 – stacja Str1 (ST-961-18), należy przeciąć w miejscu wskazanym na PZT i unieczynnić na odcinku kolidującym z projektowaną halą sortowni. Od miejsca przecięcia do projektowanej stacji STr2 należy wybudować nowy odcinek linii, za pomocą kabla typu 3x (XRUHAKXS 1x70/25mm<sup>2</sup> 12/20kV), oznaczenie na PZT – eSN1. Kable należy połączyć

za pomocą przelotowej mufy termokurczliwej mf2. Natomiast istniejącą stację STR1 należy zasilić z pola nr 3 rozdzielnicy SN stacji STR2, linią kablową typu 3x (XRUHAKXS 1x70/25mm<sup>2</sup> 12/20kV), oznaczenie na PZT – eSN2.

Linię kablową nn-0,4kV relacji stacja Str1 – złącze kablowe nr Z-2 (przy kompostowni) należy unieczynnić na odcinku kolidującym z projektowaną halą sortowni. Od miejsca przecięcia w kierunku stacji Str1 należy wybudować linię kablową typu YAKXS 4x240mm<sup>2</sup> 0,6/1kV (oznaczenie na PZT – eNN1). Kable połączyć za pomocą przelotowej mufy termokurczliwej mf1. Ze złącza nr Z-2 należy wyprowadzić linię kablową typu YKYżo 5x16mm<sup>2</sup> 0,6/1kV w kierunku przenoszonej przepompowni PT.

Istniejące złącze kablowe nr Z-1 (przy sortowni odpadów surowcowych) należy zdemontować i przenieść w miejscu wskazanym na PZT. Istniejący kabel zasilający YAKXS 4x240mm<sup>2</sup> należy odkopać i wprowadzić do złącza Z-1 w nowej lokalizacji. W celu zasilenia sortowni odpadów surowcowych należy ze złącza Z-1 wyprowadzić kabel typu YAKXS 4x240mm<sup>2</sup> 0,6/1kV i zmurować z istniejącym odcinkiem linii kablowej, biegnącym w kierunku rozdzielnicy RG sortowni surowcowej.

Istniejące słupy oświetleniowe przy placu kompostowni należy zlikwidować, natomiast linię kablową zasilającą w/w słupy należy unieczynnić. Kompletne słupy należy przekazać inwestorowi.

Projektowaną halę sortowni odpadów zmieszanych należy zasilić ze stacji STR2 linią kablową 8x (YKXS 1x240mm<sup>2</sup> 0,6/1kV). Oznaczenie na PZT - eNN2.

## 5.2. Wytyczne budowy linii kablowych

Projektowane kable należy układać na całej długości w rurach osłonowych HDPE o sztywności obwodowej  $SN \geq 10\text{kN/m}^2$ . Należy stosować następujące średnice i kolory rur:

- dla kabli SN – rury czerwone, fi 160,
- dla kabli nn YAKXS 4x240mm<sup>2</sup> – rury niebieskie, fi 160,
- dla kabla nn YKYżo 5x16mm<sup>2</sup> – rury niebieskie, fi 50.

Linie kablowe SN-20kV należy układać na głębokości min. 0,9m, natomiast linie kablowe nn-0,4kV na głębokości min. 0,7m (głębokość mierzona prostopadle od powierzchni ziemi do górnej powierzchni rury). Ułożone kable należy zasypać warstwą rodzimego gruntu o grubości 25-35cm i przykryć folią koloru czerwonego dla kabli SN i niebieskiego dla kabli nn, folia winna być z tworzywa sztucznego (grubość folii co najmniej 0,3mm, krawędzie folii powinny wystawać co najmniej 50mm poza zewnętrzną krawędź ułożonych kabli). Na całej trasie kablowej należy stosować opaski ocechowane

w odległościach nie większych niż 10m oraz w miejscach charakterystycznych (wejścia kabla do rur osłonowych, przy głowicach kablowych, przy skrzyżowaniu itp). Opaska ocechowana powinna zawierać co najmniej:

- relację kabla;
- typ kabla;
- znak użytkownika kabla;
- rok ułożenia kabla.

Końce linii kablowych nn-0,4kV należy zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci za pomocą palczatek termokurczliwych, dodatkowo żyły kabli należy oznaczyć za pomocą termokurczliwych oznaczników faz.

Końce linii kablowych SN-20kV należy zakończyć głowicami kablowymi 12/20kV do zastosowań wewnętrznych.

## UWAGI KOŃCOWE

- Temperatura kabla przy układaniu powinna być nie niższa od wartości podanej przez producenta.
- Promień gięcia powinien być nie mniejszy od podanego przez producenta.
- Miejsca wprowadzenia kabli do osłon otaczających należy uszczelnić.
- Kable SN należy tak układać aby w przekroju poprzecznym tworzyły trójkąt.

### 5.3. Stacja transformatorowa STr1

Po wybudowaniu stacji STr2, istniejący układ pomiarowo – rozliczeniowy zostanie zdemonstrowany przez służby Tauron Dystrybucja S.A. W miejsce zdemonstrowanego licznika należy zabudować licznik kontrolny o kl. 0,5 dla energii czynnej i kl. 1,0 dla energii biernej. Pomiar jednokierunkowy dla mocy czynnej i dwukierunkowy dla mocy biernej.

### 5.4. Stacja transformatorowa STr2

#### 5.4.1. Ogólna charakterystyka

Stację transformatorową Str2 projektuję się jako kontenerową z możliwością zabudowy transformatora olejowego o mocy do 1000kVA. Fundament stacji powinien posiadać wydzieloną misę olejową, mogącą pomieścić co najmniej 100% pojemności oleju z zabudowanego transformatora oraz przedział kablowy z przepustami dla kabli SN i nn. Dostęp do kablowni powinien być udostępniony poprzez właz, umieszczony w korytarzu obsługi. Bryła główna stacji powinna posiadać osobny przedział na

umieszczenie transformatora z drzwiami wejściowymi od zewnątrz oraz przedział dla rozdzielnic SN i nn z drzwiami wejściowymi od zewnątrz. Dach stacji należy wykonać jako dwuspadowy, pokrycie dachu blachodachówka. Ściany zewnętrzne należy pokryć tynkiem akrylowym, kolorystkę ścian należy uzgodnić z inwestorem na etapie wykonawstwa. Wszystkie elementy metalowe zamontowane na zewnętrznej stronie stacji należy wykonać z aluminium lakierowanego proszkowo.

#### **Stację należy wyposażyć w:**

- Transformator olejowy o mocy 800kVA, 21/0,42kV,  $u_x=6\%$ ,  $\pm 3 \times 2,5\%$ , Dyn5. Uzwojenia transformatora miedziane. Po stronie niskiego napięcia transformator wyposażyć w warystorowe ograniczniki przepięć  $U_C = 440V$ ,  $U_p = 2,5kV$ ,  $I_{n(8/20\mu s)} = 10kA$ . Ograniczniki przepięć podłączyć do instalacji uziemiającej za pomocą przewodów LY 16mm<sup>2</sup> 750V.
- Rozdzielnicę SN-20kV, 4 polową zgodnie z rys. E-3 (dwa pola liniowe, pole pomiarowe i pole transformatorowe). Rozdzielnica w izolacji powietrznej, wyposażona w aparaty w izolacji SF6. Minimalne parametry elektryczne  $U_r = 24kV$ ,  $I_r = 630A$ ,  $I_{cw(1s)} = 16kA$ ,  $I_{dyn} = 40kA$ . Połączenie transformatora z rozdzielnicą SN należy wykonać kablem 3x(YHAKXS 1x70/25mm<sup>2</sup> 12/20kV). Kabel zakończyć głowicami kablowymi 12/20kV do zastosowań wewnętrznych.
- Rozdzielnicę nn-0,4kV wyposażoną zgodnie z rys. E-3 (pole zasilające, siedem pól odpływowych dużej mocy, drobne odpływy, układ pomiarowy kontrolny). Minimalne parametry elektryczne  $U_r = 690kV$ ,  $I_r = 1600A$ ,  $I_{cw(1s)} = 25kA$ ,  $I_{dyn} = 63kA$ . Połączenie transformatora z rozdzielnicą nn należy wykonać za pomocą szyn miedzianych min. 8 x (P50x10) lub za pomocą kabli o obciążalności dopuszczalnej długotrwałej  $\geq 1600A$ .
- Automatyczną baterię kondensatorów Dobrano baterię kondensatorów z dławikami ochronnymi (do ochrony przez wyższymi harmonicznymi) o mocy znamionowej 120 kvar. Zaprojektowano baterię z min. 5 stopniami regulacji. Stopień regulacji powinien zawierać się w przedziale od 5kvar do 30kvar. Baterię należy podłączyć do pola nr 2 rozdzielniczy nn-0,4kV za pomocą linii kablowej 4x YKXS 1x120mm<sup>2</sup> 0,6/1kV. W polu zasilającym rozdzielniczy nn-0,4kV należy zabudować na jednym z przewodów liniowych (fazowych) przekładnik prądowy 1000/5A, 5VA, kl. 0,5 FS5,  $I_{cw1s} = 60kA$ ,  $I_{dyn} = 150kA$  dla układu sterowania baterią kondensatorów. **UWAGA: Moc baterii została dobrana szacunkowo, w celu prawidłowej kompensacji mocy biernej, moc baterii należy dobrać po uruchomieniu całej linii technologicznej.**



**DANE ZNAMIONOWE STACJI**

	SN	nn
Maksymalna moc transformatora	1000 kVA	
Moc zainstalowanego transformatora	800 kVA	
Napięcie znamionowe	20 kV	0,4 kV
Znamionowe napięcie izolacji	24kV	0,69 kV
Częstotliwość znamionowa / liczba faz	50Hz / 3	
Napięcie wytrzymywane o częstotliwości sieciowej	50 kV	3,5 kV
Napięcie udarowe piorunowe wytrzymywane (1,2/50 $\mu$ s)	125 kV	8 kV
Prąd znamionowy ciągły pól liniowych	630A	do 1250A
Prąd znamionowy ciągły pola transformatorowego	630A	1600A
Prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany (1 s)	16 kA	25 kA
Prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany	40 kA	63 kA
Stopień ochrony	min. IP 43	

**5.4.2. Układ pomiarowo rozliczeniowy w stacji STr2**

W stacji transformatorowej STr2 należy zabudować pośredni układ pomiarowo – rozliczeniowy. Części składowe projektowanego układu pomiarowego:

- Trzy przekładniki prądowe 40/5A, 5VA, kl. 0.2s, FS5,  $I_{cw(1s)}=16kA$ ,  $I_{dyn} = 40kA$  – lokalizacja w polu pomiarowym nr 2 rozdzielnic SN
- Trzy przekładniki napięciowe 20/ $\sqrt{3}$ /0,1/ $\sqrt{3}$ kV, 10VA, kl. 0,2 – lokalizacja w polu pomiarowym nr 2 rozdzielnic SN
- 10 torowa listwa pomiarowa
- Zasilanie gwarantowane z UPS dla licznika energii elektrycznej oraz modułu synchronizacji czasu
- Gniazdo serwisowe 230V, zabezpieczone wkładką gG 16A
- Licznik energii z modemem i modułem synchronizacji czasu rzeczywistego.

W układzie pomiarowym zgodnie z IRIESD należy zastosować licznik energii elektrycznej z jednokierunkowym pomiarem mocy czynnej i dwukierunkowym pomiarem mocy biernej z rejestracją profili obciążenia, klasą nie gorszą niż 0,5 dla energii czynnej i nie gorszą niż 1 dla energii biernej, z możliwością rejestracji i przechowywania w pamięci pomiarów mocy czynnej w okresach od 15 do 60 minut przez co najmniej 63 dni i automatycznym zamykaniem okresu rozliczeniowego, a także z możliwością przesyłu danych pomiarowych nie częściej niż raz na dobę do Tauron Dystrybucja Oddział w Legnicy. Licznik oraz modem dostarcza Tauron Dystrybucja S.A.

Schemat układu pomiarowego przedstawia rys. nr E-3 oraz E-4.



**UWAGA: Wszystkie elementy układu pomiarowego należy przystosować do plombowania.**

#### **5.4.3. Wewnętrzna instalacja uziemiająca stacji STr2**

Prefabrykowana stacja powinna być wyposażona w kompletną wewnętrzną instalację uziemiającą. Stację należy wyposażyć w dwa złącza pomiarowe, zlokalizowane przy drzwiach wejściowych. Główną szynę uziemiającą wewnątrz stacji należy wykonać z bednarki ocynkowanej FeZn o przekroju nie mniejszym niż 40x5mm. Główna szyna uziemiająca powinna umożliwić założenie uziemiaczy przenośnych, przynajmniej w komorze transformatora oraz w przedziale rozdzielnic. Budynek stacji musi być przystosowany do podpięcia 3 przewodów uziemiających FeZn 40x5mm. Elementy instalacji uziemiającej należy oznaczyć w sposób trwały (kolor żółty z poprzecznymi pasami zielonymi), z wyjątkiem bednarki uziemienia funkcjonalnego (uziemienia punktu neutralnego transformatora), którą należy pomalować na kolor niebieski.

Do głównej szyny uziemiającej należy podłączyć:

- rozdzielnicę SN przynajmniej w dwóch miejscach – bednarką Fe/Zn 40x5mm lub przewodem LYżo min. 50mm<sup>2</sup>,
- drzwi wejściowe – przewodem LYżo min. 25mm<sup>2</sup>,
- konstrukcję do podłączenia żył powrotnych kabli SN - przewodem LYżo min. 50mm<sup>2</sup>,
- każdą transformatora – przewodem LYżo min. 35mm<sup>2</sup>,
- obudowę rozdzielniczy nn - bednarką Fe/Zn 40x5mm,
- konstrukcję dachu - bednarką Fe/Zn 40x5mm lub przewodem LYżo min. 25mm<sup>2</sup>,
- szynę PEN rozdzielniczy nn - bednarką Fe/Zn 40x5mm.

Wszystkie połączenia wewnątrz stacji wykonać jako skręcane, za pomocą śruby M10.

#### **5.4.4. Uziom ochronno – roboczy (funkcjonalny) stacji**

Uziom należy wykonać jako otokowy za pomocą bednarki ocynkowanej FeZn 40x5mm ułożonej na głębokości min. 0,6m. Bednarkę należy układać w odległości min. 1m od fundamentów stacji. Bednarkę należy zasypać gruntem rodzimym. W przypadku niemożności spełnienia wymaganej wartości rezystancji, uziom otokowy należy rozbudować o uziomy pionowe wykonane z prętów stalowych ocynkowanych PFe/Zn fi 16. Uziomy pionowe należy pogłężyć w gruncie tak aby najwyższa część znajdowała się na głębokości nie mniejszej niż 0,5m, a najniższa na głębokości nie mniejszej niż 3m pod

powierzchnią gruntu. Połączenie należy wykonać jako spawane. Miejsca spawów należy zabezpieczyć przed korozją.

Wymagana rezystancja uziomu stacji  $R_{ST}$  zapewniająca skuteczną ochronę przed porażeniem przy dotyku pośrednim oraz ze względu ograniczenie wynoszonych napięć do sieci nN przy wspólnym połączeniu uziemienia ochronnego urządzeń SN i uziemienia roboczego sieci nN, powinna spełnić poniższe warunki:

$$1) R_{B1} \leq 5\Omega$$

$$2) R_{B2} \leq 10 \cdot \frac{50}{U_0 - 50}$$

$$3) R_{B2} \leq \frac{U_F}{I_E}$$

$$4) R_{ST} \leq \frac{2 \cdot U_{Tp}}{I_E}$$

Wymaganą rezystancję uziomu należy obliczyć dla następujących założeń:

- Sieć 20kV pracuje w układzie kompensacji ziemnozwarciowej z maksymalnym rostrojeniem +15% (zwykle +10%);
- Prąd pojemnościowy jednofazowego zwarcia z ziemią  $I_C = 250A$ ;
- W czasie zwarć doziemnych w celu poprawy działania automatyki zabezpieczeniowej włączany jest rezystor wymuszający składową czynną prądu (rezystor o wartości  $1\Omega$  podłączony na napięcie 500V) – automatyka AWSC;
- Zabezpieczenie ziemnozwarciowe linii w stacji 110/20kV Północna nastawione jest na wyłącz z opóźnieniem  $t_{oz} = 0,5s$  (automatyka SPZ dwukrotna);
- Czas własny wyłącznika  $t_w = 0,1s$ ;
- Czas trwania zwarcia z ziemią  $t_F = t_{oz} + t_w + t_{oz} + t_w = 1,2s$ ;
- Dopuszczalne napięcie dotykowe rażeniowe  $U_{Tp} = 99V$  dla  $t_F = 1,2s$ ;
- Dopuszczalne napięcie zakłócenkowe  $U_F = 88V$  dla  $t_F = 1,2s$ ;

$$1) R_{B1} \leq 5\Omega$$

$$2) R_{B2} \leq 10 \cdot \frac{50}{U_0 - 50} = 10 \cdot \frac{50}{230 - 50} = 2,78\Omega$$

$$3) R_{B2} \leq \frac{U_F}{I_E} = \frac{88}{32,4} = 2,72\Omega$$

$$4) R_{ST} \leq \frac{2 \cdot U_{Tp}}{I_E} = \frac{2 \cdot 99}{32,4} = 6,11\Omega$$

$$I_E = \sqrt{(k \cdot I_c)^2 + I_{AWSC}^2} = \sqrt{(0,10 \cdot 250)^2 + 20,6^2} = 32,4A$$

$$I_{AWSC} = \frac{500V}{R_{AWSC}} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 500V}{21000V} = \frac{500V}{1\Omega} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 500V}{21000V} = 20,6A$$

Przy założeniu dodatkowego uziemienia przewodu PEN w rozdzielnicy RG sortowni o wartości 10  $\Omega$ . Rezystancja uziemienia stacji STr2 nie powinna przekroczyć wartości:

$$R_{ST} = \frac{R_{B2} \cdot R_3}{R_3 - R_{B2}} = \frac{2,72 \cdot 10}{10 - 2,72} = 3,74\Omega$$

**Wartość rezystancji uziomu ochronno – roboczego stacji nie może przekroczyć wartości 3,74 $\Omega$ .**

Gdzie:

$R_{B1}$  - wypadkowa rezystancja uziomów o wartości nie przekraczającej 30  $\Omega$  znajdujących się w kole o średnicy 200m, zakreślonego wokół stacji transformatorowej;

$R_{B2}$  - wypadkowa rezystancja wszystkich uziemień punktów neutralnych i przewodów PEN (PE) linii napowietrznych i innych linii tworzących sieć el-en, w których możliwe jest zwarcie doziemne z pominięciem przewodu PEN (PE);

$R_3$  – rezystancja uziomu przewodu PEN w rozdzielnicy RG sortowni;

$R_{ST}$  – rezystancja uziomu stacji transformatorowej;

$U_o$  – znamionowe napięcie fazowe sieci;

$U_F$  – napięcie dopuszczalne zakłóceniami wg tabeli nr 3 wytycznych doboru środków ochrony przed porażeniem w urządzeniach WN, SN i nN do stosowania przy projektowaniu sieci elektroenergetycznej na terenie Tauron Dystrybucja S.A. z października 2013r.;

$U_{Tp}$  – maksymalne dopuszczalne napięcie dotykowe rażeniowe wg tabeli nr 3 wytycznych doboru środków ochrony przed porażeniem w urządzeniach WN, SN i nN do stosowania przy projektowaniu sieci elektroenergetycznej na terenie Tauron Dystrybucja S.A. z października 2013r.;

$I_E$  – prąd uziomowy;

$I_C$  – prąd doziemny pojemnościowy w sieci SN;

$k$  – maksymalna wartość rozstrojenia kompensacji ziemnozwarciowej;

$I_{AWSC}$  – składowa czynna prądu ziemnozwarciowego wymuszona przez automatykę AWSC przeliczona na stronę pierwotną;

$R_{AWSC}$  – rezystancja rezystora wymuszającego składową czynną prądu ziemnozwarciowego.

#### 5.4.5. Klasyfikacja pożarowa stacji

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury [6], w dziale VI stacje transformatorowe zaliczane są do budynków grupy PM. Ściany i dach stacji należy wykonać o obciążalności ogniowej REI120 z drzwiami EI60.

### 5.5. Wewnętrzna instalacja elektryczna sortowni odpadów zmieszanych

#### 5.5.1. Zasilanie i rozdział energii

Zasilanie hali sortowni odbywać się będzie z projektowanej stacji STr2, w tym celu należy ułożyć linię kablową 8x (YKXS 1x240mm<sup>2</sup> 0,6/1kV) relacji rozd. nn-0,4kV stacji STr2 – rozdzielnica RG sortowni. Zasilanie hali należy wykonać w układzie TN-C. Przejście do układu TN-S należy dokonać w rozdzielnicy RG. Miejsce rozdziału przewodu ochronno – neutralnego PEN na oddzielny przewód neutralny N i ochronny PE należy uziemić, wartość rezystancji uziemienia  $R \leq 10\Omega$ . Zasilanie rozdzielnicy należy wykonać od dołu. Rozdzielnicę należy wykonać zgodnie z rys. E-6 i E-7. Obudowa wolnostojąca metalowa o stopniu ochrony min. IP54. Rozdzielnicę należy wyposażać w cokół o wysokości min. 100mm. Rozdzielnicę wyposażać w listwy zaciskowe dla obwodów odbiorczych, dodatkowo należy przewidzieć 30% rezerwy na dodatkowe aparaty.

Z rozdzielnicy RG należy wyprowadzić linię kablową typu YKXSzo 5x16mm<sup>2</sup> 0,6/1kV w kierunku rozdzielnicy R1, z której zasilane będą obwody gniazd wtykowych i obwody oświetleniowe pomieszczeń socjalnych i sterowni. Rozdzielnicę R1 należy wykonać zgodnie z rys. E-8. Obudowa metalowa o stopniu ochrony min. IP54. Należy przewidzieć 30% rezerwy na dodatkowe aparaty.

Z rozdzielnicy RG z wyłącznika nr F09 przewidziano zasilanie rozdzielnicy technologii, doboru kabla zasilającego oraz lokalizację rozdzielnicy dokona dostawca technologii.

#### 5.5.2. Instalacja gniazd wtykowych

W hali sortowni przewidziano zabudowę siedmiu zestawów gniazdowych ZG01-ZG07, wykonanych zgodnie z rys. E-9. Stopień ochrony obudowy min. IP54. Pojedynczy zestaw gniazdowy należy wyposażać w gniazdo siłowe 16A, 400V, 3P+N+E oraz dwa gniazda 16A, 230V, 1P+N+E. Gniazda należy zabezpieczyć indywidualnymi

wyłącznikami nadprądowymi oraz wspólnym wysokoczułym wyłącznikiem różnicowoprądowym. W/w aparaty należy zabudować w zestawie gniazdowym. Lokalizacja zestawów gniazdowych zgodnie z rys. E-1. Zestawy gniazdowe należy zasilić z rozdzielnicy RG przewodami typu YDYżo 5x6mm<sup>2</sup> 450/750V.

W pomieszczeniach socjalnych oraz w pomieszczeniu sterowni przewidziano gniazda wtykowe pojedyncze 10A, 250V, 1P+N+E, min. IP44. Zasilanie gniazd wtykowych należy wykonać przewodem YDY 3x2,5mm<sup>2</sup> 450/750V. Zabezpieczenia obwodów gniazdowych zaprojektowano w oparciu o wyłączniki nadprądowe uzupełnione wysokoczułymi wyłącznikami różnicowoprądowymi o charakterystyce AC.

### 5.5.3. Instalacja oświetlenia podstawowego

W hali sortowni należy zabudować oprawy oświetleniowe A1 zgodnie z rys. E-1. Oprawy oświetleniowe należy zamontować na wysokości 9-10m od gotowej posadzki. Należy zastosować oprawy przemysłowe LED o maksymalnej mocy 140W, temperatura barwowa źródła światła 4000K, stopień ochrony min. IP65, oprawy II klasy ochronności. Zastosowane oprawy oświetleniowe muszą spełniać podane na rys. E-1 minimalne wymagania fotometryczne (średnia wartość natężenia oświetlenia w polu zadania nie może być mniejsza niż 300lx, współczynnik równomierności oświetlenia w polu zadania nie może być mniejszy niż 0,4, współczynnik oddawania barw co najmniej 80, współczynnik utrzymania nie mniejszy niż 0,77). Zasilanie opraw oświetleniowych A1 wykonać z rozdzielnicy RG sortowni za pomocą przewodów YDYżo 5x2,5mm<sup>2</sup> 450/750V. Zabezpieczenia obwodów oświetleniowych zaprojektowano w oparciu o wyłączniki nadprądowe. Oświetlenie hali podzielono na trzy strefy. Przyciski sterowania oświetleniem należy zabudować na wysokości 1,2m od gotowej posadzki w miejscach wskazanych na rys. E-1. Komplet trzech przycisków należy umieścić w obudowie nadtyinkowej, wykonanej z tworzywa sztucznego. Stopień ochrony min. IP54, II klasa ochronności. Należy zastosować przyciski w kolorze zielonym z samopowrotem. Zestawy przycisków należy zasilić z rozdzielnicy RG przelotowo za pomocą przewodu YDY 4x1,5mm<sup>2</sup> 450/750V.

W pomieszczeniach socjalnych oraz w pomieszczeniu sterowni należy zastosować oprawy oświetleniowe wyposażone w źródła światła LED. Należy zastosować oprawy o maksymalnych mocach podanych na rys. E-1, temperaturze barwowej źródła światła 4000K i stopieniu ochrony min. IP65. Oprawy należy zamontować bezpośrednio do sufitu. Zastosowane oprawy oświetleniowe muszą spełniać podane na rys. E-1 minimalne wymagania fotometryczne (średnia wartość natężenia oświetlenia w polu

zadania nie może być mniejsza niż 200lx, współczynnik równomierności oświetlenia w polu zadania nie może być mniejszy niż 0,4, współczynnik oddawania barw co najmniej 80). Zasilanie opraw oświetleniowych A4, A5, A6 wykonać z rozdzielnicy R1 sortowni za pomocą przewodu YDYżo 3x1,5mm<sup>2</sup> 450/750V. Zabezpieczenie obwodu oświetleniowego zaprojektowano w oparciu o wyłącznik nadprądowy. Sterowanie oświetleniem A4 i A6 należy wykonać jako lokalne za pomocą łączników jednobiegunowych. Łączniki należy zamontować na wysokości 1,2m. Łączniki 10A, 250V, stopień ochrony min. IP44. Sterowanie opraw oświetleniowych A5 należy wykonać w oparciu o czujniki ruchu wbudowane wewnątrz oprawy.

#### 5.5.4. Instalacja oświetlenia awaryjnego – ewakuacyjnego

W miejscach wskazanych na rys. E-1 należy zamontować oprawy ewakuacyjne z min. 2h modulem podtrzymania zasilania. Należy zastosować oprawy wyposażone w źródła światła LED i stopniu ochrony min. IP65, II klasy ochronności. Oprawy A2 należy zamontować na zawiesiach na wysokości 9-10m od gotowej posadzki. Przy wejściach do hali na zewnątrz nad drzwiami należy zamontować oprawy A3. Oprawy oświetlenia ewakuacyjnego A2 w czasie zaniku zasilania, powinny zapewnić na powierzchni posadzki hali natężenie oświetlenia o wartości min. 0,5lx, przy zapewnieniu stosunku  $E_{\max}/E_{\min} \leq 40$ , oraz przy zachowaniu współczynnika oddawania barw  $R_a \geq 40$ . Oprawy ewakuacyjne zasilić przewodem YDY 4x1,5mm<sup>2</sup> 450/750V z rozdzielnicy RG.

#### 5.5.5. Oświetlenie zewnętrzne

Na elewacji hali należy zamontować oprawy oświetleniowe wyposażone w źródła światła LED o mocy max. 50W, temperaturze barwowej 4000K, oprawy o stopniu ochrony min. IP65, II klasy ochronności. Oprawy montować do konstrukcji hali za pomocą wysięgników ściennych o długości 0,5m, na wysokości około 8m nad poziomem terenu. Sterowanie za pomocą automatu zmierzchowego z możliwością sterowania ręcznego. Zasilanie wykonać przewodem YKYżo 5x4mm<sup>2</sup> 0,6/1kV z rozdzielnicy RG. Zastosowane oprawy oświetleniowe muszą zapewnić na terenie przyległym do hali podane minimalne wymagania fotometryczne (średnia wartość natężenia oświetlenia nie może być mniejsza niż 5lx, współczynnik równomierności oświetlenia nie może być mniejszy niż 0,4).



#### 5.5.6. Zasilanie odbiorników technologicznych

Zasilanie bram wjazdowych należy wykonać z rozdzielnicy RG za pomocą przewodów YDYżo 5x2,5mm<sup>2</sup> 450/750V. Zasilania wykonać poprzez gniazda 16A, 400V, 3P+N+E, min. IP67, wyposażone w rozłącznik 0-1. Zabezpieczenia obwodów zaprojektowano w oparciu o wyłączniki nadprądowe, uzupełnione wysokoczułymi wyłącznikami różnicowoprądowymi o charakterystyce AC.

Zasilanie wentylatorów dachowych wykonać z rozdzielnicy RG za pomocą przewodów YDYżo 3x2,5mm<sup>2</sup> 450/750V. Zabezpieczenia obwodów zaprojektowano w oparciu o wyłączniki silnikowe. Wyłączniki dobrano dla wentylatorów wyposażonych w silniki 510W, 230V AC.

Zasilanie kabla grzejnego na instalacji hydrantowej należy wykonać z rozdzielnicy RG zgodnie z schematem E-6. Ogrzewanie rur sterowane będzie za pomocą termostatu zamontowanego w rozdzielnicy RG. Należy zastosować kabel grzejny o mocy 16W/m. Montaż kabla należy wykonać zgodnie z zaleceniami producenta.

#### 5.5.7. System prowadzenia przewodów

Przewody wewnątrz hali należy układać w korytkach i drabinkach kablowych, pojedyncze przewody (podejścia do urządzeń, itp.) należy układać w rurkach osłonowych. Wewnątrz pomieszczeń socjalnych i w pomieszczeniu sterówki, przewody należy układać podtynkowo (min. grubość tynku 5mm). Przewody układane pod posadzką należy układać w rurach osłonowych. Obwody o różnych poziomach napięć należy układać w osobnych korytkach.

Należy zastosować korytka i drabinki kablowe ocynkowane, min. grubość blachy dla korytek 0,7mm, dla drabinek 1,5mm, min. szerokość 400mm. Należy zastosować trasy kablowe o pojemności zapewniającej min. 30% rezerwy. Wyboru systemu korytek i drabinek należy dokonać na etapie wykonawstwa (siatkowe, perforowane lub samonośne). Minimalny przebieg trasy koryt kablowych przedstawiono na rys. E-2.

Należy zastosować rury osłonowe bezhalogenowe, o wytrzymałości na ściskanie min. 320N.

#### 5.5.8. Połączenia wyrównawcze

W hali sortowni należy wykonać główną szynę wyrównawczą GSW, wykonaną z bednarki ocynkowanej 25x4mm. Bednarkę należy zamontować po obrysie ścian zewnętrznych obiektu, wysokość montażu około 0,5m od gotowej posadzki. Bednarkę należy połączyć z uziomem otokowym przynajmniej w czterech miejscach, połączenie



wykonać za pomocą bednarki ocynkowanej FeZn 30x4mm. Szynę wyrównawczą należy na całej długości oznaczyć w pasy zielono – żółte. Główne połączenia wyrównawcze wykonać przewodem LgYżo 25mm<sup>2</sup> 450/750V lub bednarką ocynkowaną FeZn 25x4mm. Połączeniami należy objąć:

- szynę PE rozdzielnicy RG;
- metalowe elementy konstrukcyjne budynku;
- metalowe elementy instalacji wodno – kanalizacyjnej;
- konstrukcje wsporcze maszyn;
- korytka kablowe;
- metalowe elementy instalacji klimatyzacji i wentylacji.

Widoczne elementy instalacji wyrównawczej muszą charakteryzować się dwubarwną kolorystką (zielono – żółtą).

#### 5.5.9. Instalacja odgromowa

Funkcję zwodów pełnić będzie metalowe pokrycie dachu, grubość stalowej blachy nie może być mniejsza niż 0,5mm (przyjęto możliwość wytopienia blachy w miejscu uderzenia pioruna). Należy zachować trwałą ciągłość połączeń pomiędzy poszczególnymi częściami pokrycia dachowego. Do wykonania połączeń można zastosować:

- Lutowanie twarde lub spawanie,
- Skręcanie oraz łączenie śrubowe.

Zabranie się pokrycia metalowych elementów materiałem izolacyjnym. Nie są uważane za pokrycia izolacyjne warstwy farby ochronnej, asfaltu (do grubości 1mm) oraz folii PCV o grubości 0,5mm. Funkcję przewodów odprowadzających przejmą stalowe filary hali, rozmieszczone w odległościach  $\leq 10\text{m}$ . Filary należy połączyć z uziomem otokowym poprzez złącza kontrolne umieszczone w studzienkach. Przewody uziemiające należy wykonać z bednarki ocynkowanej FeZn 30x4mm. W studzience należy zamontować złącze krzyżowe płaskownik – płaskownik. Studzienki kontrolne zamontować od 0,5m do 1,0m od ścian zewnętrznych hali. Studzienki należy trwale ponumerować, zgodnie z projektem.

Uziom otokowy należy wykonać z bednarki ocynkowanej FeZn 30x4mm, płaskownik należy układać na dnie rowu o głębokości min. 0,6m w odległości przynajmniej 1m od fundamentów budynku. Ułożony uziom należy zasypać gruntem bez kamieni, żwiru, piasku, cegieł lub gruzu. Zaleca się aby uziom nie znajdował się pod warstwami, które nie przepuszczają wody oraz w pobliżu urządzeń powodujących

wysychanie gruntu. Połączenia wykonać jako spawane. Łączenia spawów zabezpieczyć przed korozją. Wymagana wartość rezystancji uziemienia  $10\Omega$ .

Wentylatory dachowe oraz wywietrzaki należy połączyć z pokryciem dachu za pomocą drutu ocynkowanego fi 8mm. Dodatkowo wentylatory dachowe i wywietrzaki należy chronić przed bezpośrednimi wyładowaniami atmosferycznymi za pomocą masztów odgromowych AL. fi 16mm, o wysokości min. 2,5m. Maszty należy podłączyć do metalowego pokrycia dachu za pomocą drutów ocynkowanych fi 8mm. W przypadku masztów z podstawą metalową przykręconą do podłoża, połączenie drutem jest zbędne. Maszty należy zamontować w połowie odległości pomiędzy wentylatorem a wywietrzakiem, tak aby pojedynczy zwód pionowy chronił jednocześnie dwa elementy.

#### **5.5.10. Ochrona przepięciowa**

W celu ochrony instalacji elektrycznej przed bezpośrednimi oraz pośrednimi wyładowaniami atmosferycznymi, w rozdzielnicy RG, R1 oraz w rozdzielnicy technologii należy zabudować ograniczniki przepięć typu 1+2 (B+C), napięciowy poziom ochrony  $U_p \leq 2,5kV$ , napięcie trwałej pracy  $U_C \geq 253V$ .

#### **5.5.11. Ochrona przeciwpożarowa**

Przy drzwiach wejściowych do sortowni w miejscach wskazanych na rys. E-1 projektuje się przyciski sterujące przeciwpożarowym wyłącznikiem prądu Q02, zainstalowanym w rozdzielnicy nn-0,4kV w stacji transformatorowej STr2 (rezerwowo przewidziano otwarcie rozłącznika Q01 w rozdzielnicy RG sortowni). Połączenie przycisków z wyzwalaczem wzrostowym wyłącznika Q02 należy wykonać kablem (N)HXH  $3 \times 1,5mm^2$  FE180/E90. Wewnątrz hali połączenia pomiędzy poszczególnymi przyciskami należy wykonać przewodem HDGs  $3 \times 1,5mm^2$  o klasie odporności ogniowej PH90. System prowadzenia przewodu musi charakteryzować się odpornością ogniową E90.

Przyciski przeciwpożarowego wyłącznika prądu w kolorze czerwonym, wyposażone w dwa styki 1NO i 1NC z sygnalizacją zadziałania. Zwarcie styków NO po zbitiu szybki. Stopień ochrony obudowy min. IP65. Przyciski należy wyposażyć w młoteczek.

### **5.6. Ochrona przeciwporażeniowa – instalacja 20kV AC**

Ochrona przy dotyku pośrednim zrealizowana za pomocą uziemienia ochronnego. Napięcie dotykowe rażeniowe nie może przekraczać wartości dopuszczalnej  $U_{Tp} = 99V$  (dla czasu trwania doziemienia  $t_F = 1,2s$ ).

### 5.7. Ochrona przeciwporażeniowa – instalacja 0,4kV AC

Projektowana instalacja niskiego napięcia pracuje w układzie TN-C-S. Ochrona przeciwporażeniowa przy dotyku bezpośrednim (ochrona podstawowa) realizowana jest poprzez stosowanie:

- izolacji roboczej;
- obudów o stopniu ochrony co najmniej IP2X.

Ochrona przeciwporażeniowa przy dotyku pośrednim (ochrona przy uszkodzeniu) realizowana jest za pomocą następujących środków:

- samoczynne wyłączenie zasilania;
- urządzenia II klasy ochronności.

Ochrona uzupełniająca realizowana jest za pomocą wyłączników różnicowoprądowych i połączeń wyrównawczych.

### 5.8. Uwagi końcowe

- Całość robót należy wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną oraz obowiązującymi normami i przepisami.
- O terminie przystąpienia do wykonywania robót należy powiadomić wszystkich użytkowników obcych sieci i urządzeń znajdujących się w zasięgu prowadzonych robót i uzgodnić z nimi warunki prowadzenia robót oraz nadzór nad ich przebiegiem.
- Przed przystąpieniem do robót ziemnych należy zlecić wytyczenie trasy linii uprawnionemu geodecie, a po ułożeniu inwentaryzację.