

89-400 Sępólno Kraj.  
ul. Przemysłowa 7A  
tel.: 602 703 327

Usługi Projektowe

ELEKTRO-TEL

Wiesław Szymańczak

## PROJEKT BUDOWLANY

Egz. nr **1**

Obiekt: Przebudowa i rozbudowa sieci elektroenergetycznej o napięciu 15 kV, stacji transformatorowej kontenerowej 15/0,4 kV oraz przebudowa i rozbudowa sieci elektroenergetycznej o napięciu 0,4 kV

Adres: Sępólno Kraj. ul. Koronowska 22 – działki nr: 224/6, 224/7, 252/5, 191/9, 242 obręb Sępólno Kr. [0005] Gm. Sępólno Kraj.

Jedn. ewidenc.: Sępólno Kr. 041302\_4

Kategoria obiektu: XXVI

Inwestor: MDD Sp. z o.o. w Sępólnie Kr.  
ul. Koronowska 22, 89-400 Sępólno Krajeńskie

### Zespół autorski

Funkcja	Imię, nazwisko, uprawnienia	Data	Podpis
Projektant:	mgr inż. Wiesław Szymańczak upr. budowl. do projektowania UAN-KZ-7210-109/86 specjl.: instalacje elektryczne	19-10-2021	
Sprawdzający:	mgr inż. Andrzej Waśniewski upr. budowl. do projektowania UAN-KZ-7210-314/86 specjl.: instalacje elektryczne	19-10-2021	

## Spis zawartości projektu

### 1. Opis techniczny

### 2. Obliczenia techniczne

### 3. Załączniki formalne

Warunki techniczne ENEA Operator Sp. z o.o. OD w Bydgoszczy

Protokół z narady koordynacyjnej Starostwa Powiatowego w Sępólnie Kr.

Uzgodnienie z ENEA Operator Sp. z o.o. Oddział Dystrybucji w Bydgoszczy

Uzgodnienie z Gminą Sępólno Kr.

Uzgodnienie z Gminną Spółką Wodną w Sępólnie Kr.

Uzgodnienie – porozumienie z Krajowym Ośrodkiem Wsparcia Rolnictwa w Bydgoszczy

Uzgodnienie z ERGOMASTER Sp. z o.o. w Sępólnie Kr.

Uzgodnienie z rzeczoznawcą d.s. zabezpieczeń p.poż. – na rys. E/1.1

Wykaz działek objętych projektem

Wypisy z rejestru gruntów

### 4. Rysunki

Rys. E1.1 Projekt zagospodarowania terenu – ark. 1

Rys. E/1/2 Projekt zagospodarowania terenu – ark. 2

Rys. E/2 Schemat ideowy – sieć elektroenergetyczna o napięciu 15 kV

Rys. E/3 Stacja transformatorowa MRw-bpp 20/2x630-4 – rzut parteru (adaptacja projektu)

Rys. E/4 Stacja transformat. MRw-bpp 20/2x630-4 – instalacja uziemiająca (adaptacja projektu)

Rys. E/5 Stacja transformatorowa MRw-bpp 20/2x630-4 – elewacje (adaptacja projektu)

Rys. E/6 Stacja transformatorowa MRw-bpp 20/2x630-4 – schemat główny (adaptacja projektu)

Rys. E/7 Stacja transformatorowa MRw-bpp 20/2x630-4 – rozdzielnica n.n. (adaptacja projektu)

Rys. E/8 Stacja transformatorowa MRw-bpp 20/2x630-4 – rozdzielnica SN (adaptacja projektu)

Rys. E/9 Schemat ideowy – przełączenie kabli n.n.

Rys. E/10 Złącze kablowe ZK-SN-LLLL – schemat i elewacje (adaptacja projektu)

Rysunki konstrukcyjne stanowisk słupowych - adaptacja

### 5. Zestawienie montażowe – linia napowietrzna SN-15 kV

### 6. Zestawienie materiałów z demontażu

### 7. Informacja BIOZ

### 8. Oświadczenie zespołu projektowego

### 9. Uprawnienia i zaświadczenia o przynależności do KUPIIB

## Opis techniczny

### 1. Przedmiot inwestycji

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany na przebudowę i rozbudowę sieci elektroenergetycznej o napięciu 15 kV, budowę stacji transformatorowej kontenerowej 15/0,4 kV oraz przebudowę i rozbudowę sieci elektroenergetycznej o napięciu 0,4 kV - w celu likwidacji kolizji z planowanym zagospodarowaniem terenu zakładu produkcyjnego Fabryka Mebli Biurowych MDD Sp. z o. o. zlokalizowanego w Sępólnie Krajeńskim przy ul. Koronowskiej 22 .

Inwestycja zlokalizowana będzie na terenie działek o nr ewid. 224/7, 224/6, 252/5, 242, 191/9 w obrębie geodezyjnym Sępólno 0005.

### Inwestor:

Fabryka Mebli Biurowych MDD Sp. z o. o. 89-400 Sępólno Kraj. ul. Koronowska 22

Całość zadania wykonana będzie kosztem i staraniem inwestora na podstawie warunków likwidacji kolizji wydanych przez ENEA Operator Sp. z o.o. Oddział Dystrybucji w Bydgoszczy.

Zakres robót objętych niniejszym projektem realizowany będzie na elementach sieci SN i n.n. będących własnością ENEA Operator Sp. z o.o. – do punktów styku z istniejącą infrastrukturą elektroenergetyczną inwestora.

Elementy sieci podlegające przebudowie, należące do inwestora, również ujęto w niniejszym projekcie, lecz na planach i schematach zaznaczono je i opisano oraz wyróżniono kolorystycznie.

W wyniku przebudowy i rozbudowy sieci moc szczytowa zakładu MDD Sp. z o.o. nie ulegnie zmianie. Przebudowa sieci nie zmieni również konfiguracji i warunków pracy obwodów n.n. eksploatowanych przez ENEA Operator - powiązanych z przebudowywaną stacją transformatorową.

### 2. Zakres projektu

#### Projekt obejmuje:

##### a) Zakres przebudowy i rozbudowy sieci będącej własnością ENEA Operator Sp. z o.o.:

- demontaż odcinka linii napowietrznej SN-15 kV 3xAFL 70 o długości trasowej 371m + 10 m
- budowę odcinka linii kablowej SN-15 kV (LK1) 3xNA2XS(F)2Y 1x150/25 o długości trasowej 517m  
/ montażowej 540 m
- montaż złącza kablowego ZK-SN LLLL
- budowę odcinka linii kablowej SN-15 kV (LK2) 3xNA2XS(F)2Y 1x150/25 o długości trasowej 4 m  
/ montażowej 19 m
- budowę odcinka linii kablowej SN-15 kV (LK3) 3xNA2XS(F)2Y 1x150/25 o długości trasowej 136m  
/ montażowej 150 m
- budowę stacji transformatorowej kontenerowej 15/0,4 kV 2-transformatorowej typu MRw-bpp 20/2x630-4

- rozbiórkę istniejącej stacji transformatorowej murowanej wieżowej z transformatorami 2x630 kVA
- budowę sieci kablowej o nap. 0,4 kV o łącznej długości trasowej 198 m / montażowej 246 m

#### b) Zakres przebudowy i rozbudowy sieci inwestora (zalicznikowej) tj. MDD Sp. z o.o.:

- budowę odcinka linii kablowej o nap. 15 kV (LK4) 3xNA2XS(F)2Y 1x70/16 o długości trasowej 81 m / montażowej 89 m
- budowę sieci kablowej zalicznikowej o nap. 0,4 kV o łącznej długości trasowej 75 m / montażowej 114 m

#### 3. Podstawa opracowania

Projekt opracowano w oparciu o:

- warunki likwidacji kolizji wydane przez ENEA Operator Sp. z o.o. OD Bydgoszcz nr OD/MT/104394/2021 z dnia 13-05-2021
- Standardy w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator:

- Elektroenergetyczne linie kablowe średniego napięcia (od 01.01.2021 r.)
- Elektroenergetyczne linie napowietrzne średniego napięcia (od 30.06.2021 r.)
- Stacje elektroenergetyczne średniego napięcia. Zeszyt 1. Stacje transformatorowe kompaktowe prefabrykowane SN/nn do 630 kVA oraz złącza/szafy kablowe SN – (od 30.06.2021 r.)
- Dobór środków ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym w sieci SN; zeszyt nr 1 – wytyczne projektowanie – od 30-06-2021

- przedmiotowe normy PN:

- normę N-SEP- E- 0004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- normę PN-EN- E -50341-2 Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego pow. 1 kV
- normę PN-EN- E -50423-1 Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV do 45 kV

- wytyczne inwestora dotyczące planowanego zagospodarowania terenu zakładu

- mapę syt.-wys. w skali 1:500

- Decyzję Burmistrza Sępólna Kraj. nr Irg.6733.120.2021 z dnia 9 lipca 2021 o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego

#### 4. Istniejący stan uzbrojenia elektroenergetycznego

##### 4.1. Sieć kablowo-napowietrzna SN-15 kV

Przez teren zakładu przebiega linia napowietrzna SN-15 kV relacji „Sępólno – Cerkwica” wykonana przewodami 3xAFL 70 w układzie płaskim. Od w/w linii wykonane jest odgałęzienie linią kablową 3xYHAKXS 1x120 do stacji transformatorowej POM-2”

#### 4.2. Stacja transformatorowa „POM-2”

Istniejąca stacja transf. „POM-2”, jako wolnostojący, murowany budynek wieżowy z dwoma transformatorami po 630 kVA znajduje się na terenie zakładu w otoczeniu budynków produkcyjnych. Stacja ta zasilona jest za pomocą linii kablowej napięciu 15 kV z linii napowietrznej SN „Sępólno – Cerkwica” – ze stanowiska nr 8. Stacja transformatorowa „POM-2” jest własnością ENEA Operator.

#### 4.3. Stacja transformatorowe „POM-1”

Istniejąca stacja transf. „POM-1”, jako wolnostojący, murowany budynek wieżowy z dobudowaną częścią kontenerową, znajduje się na obrzeżu zakładu. Stacja ta zasilona jest za pomocą przyłącza napowietrzego o napięciu 15 kV 3xAFL 25 wyprowadzonego ze słupa nr 9 linii głównej „Sępólno - Cerkwica”. Wprowadzenie do stacji wykonane jest za pomocą linii kablowej SN. Stacja ta jest własnością MDD Sp. z o.o.

Granica stron znajduje się na odgałęzieniu od linii głównej SN – na słupie odgałęźnym nr 9.

Stacja transformatorowa „POM-1” pozostaje bez zmian w dalszej eksploatacji.

#### 4.4. Sieć elektroenergetyczna n.n. o napięciu 0,4 kV

Ze stacji transformatorowej „POM-2” wyprowadzone są 3 obwody kablowe n.n. dla zasilania odbiorców komunalnych przy ul. Koronowskiej w Sępólnie Kr. oraz 3 obwody kablowe n.n. dla potrzeb zasilania odbiorców przemysłowych na terenie zakładu MDD Sp. z o.o. Złącza kablowo-pomiarowe dla odbiorców przemysłowych ustawione są przy budynku stacji „POM-2”.

#### 4.5. Urządzenia melioracyjne

W terenie objętym projektem znajdują się podziemne urządzenia melioracyjne. Planowana inwestycja nie koliduje z istniejącą siecią urządzeń melioracyjnych, ani nie powoduje konieczności ich przebudowy.

### 5. Zagospodarowanie projektowane

#### 5.1. Sieć kablowo-napowietrzna SN-15 kV - przebudowa i rozbudowa

##### 5.1.1. Linia kablowa SN-15 kV (LK1)

Kolidujący odcinek linii napowietrznej 3xAFL-70 „Sępólno – Cerkwica” na odcinku od słupa przelotowego nr 4/P-12 (ŻN) do słupa rozgałęźnego nr 8/RPK-12(ŻN) i 8/2 /Kgo-12/(E) zostanie zdemontowany i zastąpiony linią kablową SN-15 kV (LK1) typu 3xNA2XS(F)2Y 1x150/25 ułożoną poza strefą kolizji.

Linia kablowa LK1 zakończona zostanie w złączu kablowym ZK-SN –LLLL prod. ZPUE S.A. Włoszczowa, które posadowione zostanie poblizu demontowanych słupów nr 8 i 8/1 i 8/2. W złączu kabel zakończyć głowicami kablowymi typu K200 LR19 95-150.

Słup nr 4 wybudowany zostanie w nowej lokalizacji (na terenie inwestora) jako krańcowy typu Kgr -13,5/25 (żerdź typu E o długości 13,5 m i wytrzymałości 25 kN) . Na słupie zamontowana będzie głowica kablowa POLT-240D/1XO-L12A 50-150 i rozłącznik RN-III-24/4 -100A. Dodatkowo na słupie zainstalowane będą ochronniki przepięciowe ASM-18 N C W3 wraz z uziomem. Rezystancja uziomu –  $R < 5,6 \Omega$ . Uziemienie słupa wykonane zostanie w postaci otoku z taśmy stalowej 30x4 z prętami uziomowymi pionowym  $\Phi 16$  mm dług. 4m pograżonymi w narożnikach.

Słup nr 4 przejmie naciąg linii „Sępólno – Cerkwica” w kierunku GPZ Sępólno. Przy doborze uwzględniono przyszłe etapy modernizacji linii oraz standardy w sieci ENEA Operator „Elektroenergetyczne linie napowietrzne średniego napięcia (od 30.06.2021 r.)”. Przyjęto naprężenia obliczeniowe przewodów  $\delta = 90$  MPa. Ustoje słupa nr 4/Kgr-13,5/25 dobrano jak dla gruntu słabego, tj. w postaci płyt fundamentowych i ustojowych (typ SFP 133).

#### Sprawdzenie wytrzymałości słupa krańcowego nr 4/Kgr-13,5/25

Warunek wytrzymałości:  $F_x > F_n + F_{wp}$ , gdzie:

$F_x$  – dopuszczalne obciążenie słupa

$F_n$  – siła naciągu przewodów

$F_{wp}$  – siła parcia wiatru na słup - 50 daN w kierunku siły naciągu

Przyjęto naprężenie obliczeniowe dla przewodów AFL-70 - 90 MPa

$$F_x > 3 \cdot 70 \cdot 10^{-6} \text{ [m}^2\text{]} \cdot 90 \cdot 10^6 \text{ [N/m}^2\text{]} + 50 = 18950 \text{ N} = 18,95 \text{ kN}$$

$F_{dop}$  dla żerdzi E-13,5/25 wynosi 25 kN

$F_x < F_{dop}$  18,95 kN < 25 kN – stąd warunek wytrzymałości słupa spełniony

#### 5.1.2. Linia kablowa SN-15 kV (LK2)

Dla odtworzenia ciągłości linii głównej „Sępólno – Cerkwica” z projektowanego złącza ZK-SN-LLLL (z pola nr 2) wyprowadzona zostanie linia kablowa SN-15 kV (LK2) typu 3xNA2XS(F)2Y 1x150/25 na projektowany słup krańcowy z głowicą kablową – oznaczony jako 5/Kg-13,5/25 (E) (nowa numeracja).

W złączu ZK-SN kabel zakończyć w rozdzielnicy SN głowicami typu K200 LR19 95-150.

Na słup krańcowy 5/Kg-13,5/25 (E) przepięte zostaną przewody robocze 3xAFL70 linii napowietrznej w kierunku Cerkwicy. W dalszej części trasy linia napowietrzna pozostaje bez zmian.

Słup nr 5 wybudowany zostanie w nowej lokalizacji (na terenie inwestora) jako krańcowy typu Kg -13,5/25 (żerdź typu E o długości 13,5 m i wytrzymałości 25 kN) . Na słupie zamontowana będzie głowica kablowa POLT-240D/1XO-L12A 50-150 i ochronniki przepięciowe ASM-18 N C W3 wraz z uziomem. Rezystancja uziomu –

$R < 5,6 \Omega$ . Uziemienie słupa wykonane zostanie w postaci otoku z taśmy stalowej 30x4 z prętami uziomowymi pionowymi  $\Phi 16$  mm dług. 4 m pograżonymi w narożnikach.

Przy doborze uwzględniono przyszłe etapy modernizacji linii oraz standardy w sieci ENEA Operator „Elektroenergetyczne linie napowietrzne średniego napięcia (od 30.06.2021 r.)”. Przyjęto naprężenia obliczeniowe przewodów  $\delta = 90$  MPa. Ustoje słupa nr 5/Kg-13,5/25 dobrano jak dla gruntu słabego, tj. w postaci płyt fundamentowych i ustojowych (typ SFP 133).

#### Sprawdzenie wytrzymałości słupa krańcowego nr 5/Kg-13,5/25

Warunek wytrzymałości:  $F_x > F_n + F_{wp}$ , gdzie:

$F_x$  – dopuszczalne obciążenie słupa

$F_n$  – siła naciągu przewodów

$F_{wp}$  – siła parcia wiatru na słup - 50 daN w kierunku siły naciągu

Przyjęto naprężenie obliczeniowe dla przewodów AFL-70 - 90 MPa

$$F_x > 3 \cdot 70 \cdot 10^{-6} \text{ [m}^2\text{]} \cdot 90 \cdot 10^6 \text{ [N/m}^2\text{]} + 50 = 18950 \text{ N} = 18,95 \text{ kN}$$

$F_{dop}$  dla żerdzi E-13,5/25 wynosi 25 kN

$F_x < F_{dop}$  18,95 kN < 25 kN – stąd warunek wytrzymałości słupa spełniony

#### 5.1.3. Linia kablowa SN-15 kV (LK3)

Z projektowanego złącza ZK-SN-LLLL (z pola nr 3) wyprowadzona zostanie linia kablowa SN-15 kV (LK3) typu 3xNA2XS(F)2Y 1x150/25 do projektowanej stacji transformatorowej kontenerowej „POM-2” typu MRw-bpp 20/2x630, która usytuowana zostanie na terenie zakładu – wg rys. E/1. W złączu ZK-SN i stacji transformatorowej kabel zakończyć w rozdzielnicach SN głowicami typu K200 LR19 95-150.

#### 5.1.4. Linia kablowa SN-15 kV (LK4)

Ze złącza ZK-SN-LLLL (z pola nr 4) wyprowadzić linię kablową SN-15 kV (LK4) typu 3xNA2XS(F)2Y 1x70/16 w kierunku istniejącej stacji transformatorowej „POM-1”, będącej na majątku inwestora. Przy stacji tr. „POM-1” linia ta zmurowana zostanie z istniejącym kablem SN -15 kV typu 3xNA2XS(F)2Y 1x70/16, który demontowany zostanie ze słupa nr 9/3.

Linia kablowa LK4 będzie na majątku inwestora, a granicą własności stron będzie głowica SN w polu nr 4 złącza ZK-SN-LLLL.

#### 5.2 . Projektowane złącze kablowe ZK-SN-LLLL

W projekcie przewidziano zastosowanie kompaktowego, prefabrykowanego złącza kablowego ZK-SN/LLLL prod. ZPUE Włoszczowa S.A., w obudowie przystosowanej konstrukcyjnie, funkcjonalnie i gabarytowo do

zabudowy rozdzielnic max. 5-polowej z obsługą zewnętrzną (wymiary obudowy: dł.: 2200mm, szer.: 1000mm, wys. nad poziomem gruntu: 2360mm). W złączu kablowym przewiduje się zabudowę rozdzielnic kablowej w izolacji gazu SF-6 w układzie LLLL składającą się z 4 pól liniowych wyposażonych w rozłączniko-uziemniki z napędem silnikowym. Rozdzielnicę posadowić z lewej strony obudowy złącza. Nazwa oraz numer złącza zostaną nadane przez RD Nakło po przekazaniu placu budowy. Obsługa złącza zewnętrzna, dostęp do złącza z terenu zakładu (inwestora). Złącze należy posadowić na rzędnej npm 137,65. Należy wykonać uziemienie złącza – wypadkowa wartość rezystancji uziomu  $R \leq 5,6 \Omega$ . Uziemienie wykonać jako otokowe taśmowo-prętowe z taśmy FeZn 40x5mm ułożonej wokół obudowy i z minimum czterema prętami  $\varnothing 16$  dług. 6 m w narożnikach w celu osiągnięcia wymaganej wartości rezystancji.

Wyposażenie, budowa i kolorystyka złącza winny być zgodne z obowiązującymi standardami w sieci dystrybucyjnej ENEA Operator Sp. z o.o. „*Stacje elektroenergetyczne średniego napięcia. Zeszyt 1. Stacje transformatorowe kompaktowe prefabrykowane SN/nn do 630 kVA oraz złącza/szafy kablowe SN*”. Dodatkowo złącze należy wyposażyć w elementy identyfikacyjne oraz ostrzegawcze zgodnie z obowiązującymi standardami Enea Operator Sp. z o.o. pn. „*Tablice i znaki bezpieczeństwa oraz zasady ich stosowania w ENEA Operator Sp. z o.o.*”.

Wewnątrz złącza, na kablu należy umieścić tabliczki zawierające informacje:

- numer eksploatacyjny linii,
- kierunek linii,
- typ linii kablowej.

### Wykop i posadowienie złącza

Złącze przystosowane jest do posadowienia bezpośrednio w gruntach niewysadzinowych, przepuszczalnych (piaski, żwiry), zalegających do głębokości przemarzania. W przypadku gruntów wysadzinowych, niestabilnych należy grunt wymienić w wykopie na żwir, gruby piasek, grys lub tłuczeń. Wymiany gruntu należy dokonać do głębokości przemarzania. Przewidywany wymiar wykopu to 3x4,2m na głębokość 0,6m. Podczas wykopu należy zwrócić uwagę na:

- lokalizację i usytuowanie złącza,
- głębokość posadowienia
- przewidzieć sposób wykończenia nawierzchni wokół złącza,
- promień gięcia kabli – umożliwić swobodny dostęp do przepustów kablowych,
- uziom zewnętrzny – otok powinien być odsunięty około 1m od obrysu złącza.



### 5.3. Projektowana stacja transformatorowa „POM-2”

W związku z likwidacją budynku istniejącej stacji transformatorowej wieżowej „POM-2” na terenie zakładu wybudowana zostanie nowa, kontenerowa stacja transformatorowa z dwoma transformatorami o mocy 630 kVA typu MRw-bpp 20/2x630-4 prod. ZPUE S.A. Włoszczowa. Stacja zlokalizowana zostanie poza strefą kolizji z planowanym zagospodarowaniem zakładu. Lokalizację stacji pokazano na rys. E/1.

Z uwagi na posadowienie stacji w terenie zabudowanym o charakterze produkcyjno-magazynowym ściany i dach stacji spełniać muszą wymogi ścian oddzielenia przeciwpożarowego o klasie odporności ogniowej REI 120.

Stacja jest modułową, prefabrykowaną konstrukcją betonową składającą się z następujących elementów:

- Fundament - beton zbrojony wirowany klasy B30 o grubości 90÷120 mm, posiada dwie wydzielone komory:
  - szczelną misę olejową, mogącą pomieścić 100% zawartości oleju z transformatora, przedział kablowy z przepustami
- Ściany - beton zbrojony wirowany klasy B30 o grubości 120 mm (ściany boczne oraz tylna - REI 120)
- Dach betonowy płaski (REI 120)
- rozdzielnice SN i nN,

Podłoga w stacji jest betonowa z otworami technologicznymi (umieszczonymi pod rozdzielnicą SN i nN oraz w komorze transformatora) na wprowadzenie kabli.

Pod komorą transformatora znajduje się szczelna misa olejowa, którą stanowi wydzielona część fundamentu stacji. Kable SN i nN z zewnątrz wprowadzone są przez uszczelnione otwory przepustowe umieszczone w części fundamentowej.

Stacja posiada drzwi wejściowe stalowe pełne do przedziału rozdzielnic SN i nN o odporności ogniowej REI 60.

Dostęp do komór transformatorów zapewniony jest od zewnątrz poprzez drzwi stalowe pełne w ścianie bocznej o odporności ogniowej REI 60.

Komory transformatora posiadają żaluzje wentylacyjne z przeciwpożarowymi klapami odcinającymi typu WIP EI120.

Wewnętrzna powierzchnia ścian pokryta jest akrylowym tynkiem w kolorze białym. Zewnętrzna powierzchnia ścian pokryta jest tynkiem akrylowym, kolor według standardu wymaganego przez ENEA Operator.

Wszystkie elementy metalowe zamontowane na zewnętrznej stronie stacji wykonane są z aluminium lakierowanego proszkowo .

#### **Masa i gabaryty stacji**

Długość [mm]	4760
Szerokość [mm]	3060
Wysokość [mm]:	
bez dachu (bryły głównej)	2650
z dachem (od pow. gruntu)	2880

Masa bez wyposażenia [kg]:	
fundamentu	5400
bryły głównej z drzwiami i żaluzjami	11000
dachu	4000
Powierzchnia zabudowy stacji:	14,56 m <sup>2</sup>
Kubatura stacji:	41,9 m <sup>3</sup>

### Kolorystyka ścian i dachu stacji

Kolor elewacji ścian i dachu stacji będą spełniać wymogi Standardu ENEA Operator „Stacje elektroenergetyczne średniego napięcia” zeszyt 1 - wg p. 4.7.2

Dodatkowo stację należy wyposażyć w elementy identyfikacyjne oraz ostrzegawcze zgodnie z obowiązującymi standardami Enea Operator Sp. z o.o. pn. „*Tablice i znaki bezpieczeństwa oraz zasady ich stosowania w ENEA Operator Sp. z o.o.*”.

### Dane technologiczne

- Oświetlenie – oprawy wyposażone w źródła światła LED
- Wentylacja wyciągowa mechaniczna wymuszona; wentylator dachowy z klapą odcięcia p.poż. załączany automatycznie za pomocą termostatu; dodatkowo ręczny łącznik TEST
- Otwory wlotowe i wylotowe żaluzyjne z przeciwpożarowymi klapami odcinającymi typu WIP EI120 umieszczone w ścianach komory transformatora.
- Instalacja uziemiająca.

### Klasyfikacja pożarowa obiektu

Zgodnie z Rozporządzeniem **Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie** w dziale VI § 209 ust. 3 („Bezpieczeństwo pożarowe”) stacje transformatorowe zaliczane są do budynków grupy PM.

Dla stacji typu MRw-bpp 20/2x630-4 wyliczona gęstość obciążenia ogniowego  $Q_d$  wynosi: **1968 MJ/m<sup>2</sup> < 2000 MJ/m<sup>2</sup>**,

Wymagana klasa odporności pożarowej budynku o gęstości obciążenia ogniowego poniżej 2000 MJ/m<sup>2</sup> z jedną kondygnacją nadziemną (bez ograniczenia wysokości) - to klasa „C”.

Zgodnie § 216 Rozporządzenia budynek stacji transformatorowej ze ścianami zewnętrznymi klasy C spełnia wymagania klasy odporności ogniowej dla ścian oddzielenia przeciwpożarowego REI 120 , a występujące w nim drzwi spełniają wymagania klasy odporności ogniowej EI 60.

Dach żelbetowy.

Budynek stacji stanowi oddzielną strefę pożarową.

Lokalizacja budynku stacji transformatorowej: od ścian oddzielenia przeciwpożarowego odległości innych budynków są nie normowane.

Elementy budynku stacji posiadają klasę odporności ogniowej odpowiednio do ich klasy odporności pożarowej i nierozprzestrzeniają ognia: - ściany i dach - **REI 120.**; drzwi do stacji i komór transformatorów: **REI 60.**

Zagrożenie wybuchem – olej transformatorowy jest cieczą palną , ale nie zalicza się do materiałów niebezpiecznych pożarowo , temperatura zapłonu znacznie powyżej 55 °C. W stacji transformatorowej nie będą występowały strefy zagrożenia wybuchem.

Wymagana ilość wody do celów przeciwpożarowych dla budynku stacji transformatorowej to 10 dm<sup>3</sup>/s , którą zapewni hydrant HP 80 w odległości poniżej 75 m od budynku.

Droga pożarowa – nie wymagana . Do budynku doprowadzony utwardzony dojazd w oparciu o drogi wewnętrzne zapewniający swobodny dojazd dla służb ratowniczych.

### *Dane znamionowe stacji*

	SN	nN
Moc zainstalowanego transformatora nr 1 (dostarcza ENEA Operator)	630 kVA	
Moc zainstalowanego transformatora nr 2 (dostarcza ENEA Operator)	630 kVA	
Napięcie znamionowe	24 kV	0,4 kV
Znamionowe napięcie izolacji	—	0,69 kV
Częstotliwość znamionowa / liczba faz	50Hz / 3	
Napięcie wytrzymałwane o częstotliwości sieciowej	50/60 kV	2,5 kV
Napięcie udarowe piorunowe wytrzymałwane (1,2/50μs)	125/145 kV	8 kV
Prąd znamionowy ciągły pól liniowych	630A	do 1180A
Prąd znamionowy ciągły pola transformatorowego	630A	do 1180A
Prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymałwany (1 s)	16 kA	20 kA
Prąd znamionowy szczytowy wytrzymałwany	40 kA	35 kA
Obciążalność na działanie łuku wewnętrznego (1 s)	16 kA	
Rodzaj dostępu	B	
Stopień ochrony	IP 43	
Klasa obudowy	20	

### Wyposażenie stacji

Niniejszy projekt dotyczy stacji MRw-bpp 20/2x630-4 ZPUE Włoszczowa wyposażonej w:

- rozdzielnicę SN typu TPM SF<sub>6</sub>
- rozdzielnic nN typu RN-W - 2 sekcje po 12 pól 400A
- szafy AMI dla każdego z transf. - dostarcza ENEA Operator

### Rozdzielnica SN średniego napięcia

W stacji zastosowano 4-polową rozdzielnicę SN typu TPM o konfiguracji:

- 2-pola liniowe, 2 -pola transformatorowe produkcji ZPUE S.A.; konfiguracja TLLT
- Parametry:
  - $U_r$  = 25 kV
  - $I_r$  = 630 A
  - $I_k$  = 20 kA (1s)
  - $I_p$  = 50 kA

Rozdzielnica stanowi niezależny element stacji.

#### Wymiary rozdzielnicy SN:

- szerokość - 1430 mm
- wysokość - 1276 mm
- głębokość - 760 mm
- 

Połączenie rozdzielnicy z transformatorami wykonano kablami 3xNA2XS(F)2Y (1x70 mm<sup>2</sup>). W polu transformatorowym zastosowano głowice K158LR a na transformatorach zastosowano głowice typu ITK 224 firmy Euromold .

W polach transformatorowych stacji – w układach rozłączników SN – zastosowane będą wyzwalacze napięciowe ~230 V z cewkami wybijakowymi, które sterowane będą poprzez styki zabezpieczeń termicznych będących na wyposażeniu transformatorów SN/nn.

#### Rozdzielnica niskiego napięcia

W rozwiązaniu stacji zastosowano rozdzielnicę niskiego napięcia typu 2xRN-W produkcji ZPUE S.A. – dwie niezależne sekcje 12-polowe.

#### Rozdzielnica nN typu RN-W sekcja 1:

Zasilanie: rozłącznik główny typu SIRCO - 1250A 3polowy - szt. 1

Pola odpływowe:

- rozłącznik bezpiecznikowy NSL 400A (3 dźwigniowy, Zacisk V-klema, (kontrola przepalenia wkładki) - szt. 6;
- rezerwa miejsca - szt. 6
- połączenie rozdzielnicy z transformatorem wykonano kablem 4x(2xNA2XY (1x240 )).

#### Rozdzielnica nN typu RN-W sekcja 2

Zasilanie: rozłącznik główny typu SIRCO - 1250A 3polowy - szt. 1

Pola odpływowe:

- rozłącznik bezpiecznikowy NSL 400A (3 dźwigniowy, Zacisk V-klema, (kontrola przepalenia wkładki) - szt. 2;
- rezerwa miejsca - szt. 10
- połączenie rozdzielnicy z transformatorem wykonano kablem 3x(2xN2XY (1x240 )) + 1x(2N2XY (1x240))

Uwaga: w polach odpływowych liczbę rozłączników w każdej z rozdzielnicy przyjęto w ilości pozwalającej na odtworzenie istniejących obwodów n.n. z dodaniem 1 rozłącznika rezerwowego.

Wymiary rozdzielnic n.n. wynoszą:

- szerokość - 1100 mm
- wysokość - 1950 mm
- głębokość - 320 mm

Rozdzielnica w wykonaniu standardowym przystosowana jest do pracy w układzie TN-C.

#### Rozdzielnica n.n (panel potrzeb własnych) - zawierająca:

- zabezpieczenia obwodów n.n. dla celów oświetlenia stacji i gniazd wtyczkowych serwisowych
- zabezpieczenia obwodów n.n. dla celów zasilania wyzwalaczy w polach transformatorowych
- elementy sterowania wentylatorem wyciągowym
- rezerwa dla zasilania elementów telemechaniki

#### Komora transformatora

W stacji przewiduje się montaż 2 transformatorów w wykonaniu fabrycznym o mocy do 630 kVA każdy. Transformatory są wstawiane przez drzwi lub dach i zabezpieczone przed przesuwaniem poprzez zablokowanie kół blokadami.

Komora transformatora oddzielona jest od pomieszczenia ruchu elektrycznego (wspólny korytarz obsługi rozdzielnic nN i SN) ścianką z blachy alucynkowej. Posadzka w komorze transformatorowej posiada otwór, przez który w razie wycieku, olej z transformatora spływa do szczelnej miski olejowej stanowiącej wydzieloną część fundamentu (kablowni).

W związku z koniecznością zachowania wymogów odporności ogniowej drzwi do komór transformatora wykonane są jako pełne – bez żaluzji. Dla zapewnienia właściwych warunków chłodzenia zastosowano wentylator wyciągowy dachowy z klapą odcinającą ppoż. Wentylator sterowany będzie termostatem zamontowanym na stropie komory transformatora – w odl. 1,5 m od wentylatora. Dodatkowo w komorze transformatora (przy drzwiach) zainstalowany będzie ręczny łącznik „TEST” pozwalający na sprawdzenia działania wentylatora.

#### Uziemienie stacji

Projektowana stacja 15kV/0,4kV posiadać będzie uziemienie ochronne i robocze (funkcjonalne) podłączone do wspólnego uziomu zewnętrznego. w tym celu wokół stacji należy wykonać otok z bednarki FeZn 40x5 mm w odległości 1m od ścian zewnętrznych połączony z prętami uziomowymi o średnicy min 16 mm i długości 6m, pograżonymi w narożnikach i w środkach dłuższych boków otoku. W przypadku nieotrzymania wymaganej wartości uziemienia należy pograżyć dłuższych prętów uziomowych. Sposób rozmieszczenia projektowanych uziemień zamieszczono na rysunku nr E/4.

Rezystancję uziemienia otokowego dla stacji MRw-bpp 20/2x630-4 obliczono biorąc pod uwagę rezystywność gruntu – i wynosić będzie  $R < 2,73 \Omega$  – wg obliczeń w p. 10.

W budynku stacji instalację uziemiającą wykonać linkami przyłączonymi do głównej szyny uziemiającej.

Do głównej szyny uziemiającej podłączone zostaną:

- rozdzielnica SN – linką H07V-K 70 mm<sup>2</sup>;
- głowice kablowe SN (żyły powrotne kabli) – linkami H07V-K 70 mm<sup>2</sup>;
- zaciski N transformatorów - linkami H07V-K 95 mm<sup>2</sup>;
- kadzie transformatorów – linkami LgY 70 mm<sup>2</sup>;
- szyny PEN rozdzielnic n.n. – linkami LgY 95 mm<sup>2</sup>;
- dach stacji w dwóch punktach – linką LgY 70 mm<sup>2</sup>;
- futryny, drzwi, kratki wentylacyjne - każda w dwóch punktach – linkami H07V-K 25 mm<sup>2</sup>;
- obudowy szaf AMI - linką H07V-K 25 mm<sup>2</sup>;
- obudowy baterii kondensatorów - linką H07V-K 25 mm<sup>2</sup>;
- włącz – linką H07V-K 70 mm<sup>2</sup>;

Szyna uziemiająca stacji przyłączona będzie do uziomu w dwóch punktach – bednarką Fe/Zn 40x5 [mm] poprzez dwa zaciski kontrolne dwuśrubowe na fundamencie stacji.

Uziemienie zacisków N z transformatorów należy wykonać poprzez osobne wyprowadzenia do uziomu zewnętrznego.

Po wykonaniu uziomu należy wykonać pomiar rezystancji uziemienia.

### Ochrona przed przepięciami

Budynek stacji nie będzie chroniony od bezpośrednich wyładowań atmosferycznych.

Stacja przewidziana jest do pracy w sieci wyłącznie kablowej i nie jest wymagana ochrona przepięciowa urządzeń elektroenergetycznych.

### Instalacje elektryczne

Oświetlenie pomieszczeń w budynku wykonane jest źródłami światła LED (plafoniere proste z kloszem okrągłym 25 W) zamontowanymi w ilości:

- 2 sztuki w korytarzu obsługi jako oświetlenie ruchu elektrycznego
- 2 sztuki w komorze transformatorowej.

Wyłącznik oświetlenia oraz gniazdo jednofazowe umieszczone jest na wewnętrznej stronie ściany obok drzwi wejściowych do korytarza obsługi.

Zabezpieczenie obwodu oświetlenia i gniazd w postaci wkładki bezpiecznikowej Wts 10A zainstalowane jest w rozdzielnicy nN. Oprawy oświetleniowe zasilane są przewodami DY 3x1,5 mm<sup>2</sup> w rurkach PCV zalanyymi w konstrukcji ściany w czasie prefabrykacji stacji.

### Sprzęt ochronny i p. pożarowy

Stacja wyposażona będzie w następujący sprzęt ochronny BHP:

- apteczka
- podest elektroizolacyjny
- mata izolacyjna przy każdym polu
- rękawice elektroizolacyjne
- półbuty elektroizolacyjne
- drążki izolacyjne
- optyczno-akustyczny sygnalizator napięcie

- zaczepty manewrowe
- uziemiacz
- wieszak lub szafka
- instrukcje BHP

### Obsługa stacji

Obsługa urządzeń rozdzielni średniego i niskiego napięcia odbywać się będzie wewnątrz budynku ze wspólnego korytarza obsługi. Wszystkie łączniki średniego i niskiego napięcia wyposażone są w napędy ręczne. W drzwiach do komory transformatora zastosowano drewniane bariery ochronne.

#### Wyniki obliczeń

### Dobór kabli

Dobór kabli średniego napięcia łączących transformator z rozdzielnicą.

- dla transformatorów 630 kVA, 3xNA2XS(F)2Y (1x70 mm<sup>2</sup>).

$$I_{\text{obc}} = 24,2 \text{ A}$$

$$I_{\text{dd } 70 \text{ mm}} = 130 \text{ A}$$

### Dobór kabli dla połączenia transformatora z rozdzielnicą n.n.

- dla transformatora 630 kVA – 3x(2xN2XY (1x240 )) + 1x(2xN2XY (1x240 )).

$$I_{\text{obc}} = 909,3 \text{ A}$$

$$I_{\text{dd } 1 \times 240} = 504 \text{ A}$$

### Dobór wkładek bezpiecznikowych po stronie SN transformatorów

Dobór bezpieczników SN przeprowadza się zgodnie ze wzorem:

$$I_{bSN} \geq (2 \div 2,5) \frac{S_{NT}}{\sqrt{3}U_N}$$

$S_{NT}$  - moc znamionowa transformatora w [kVA];  $S_{NT} = 630 \text{ kVA}$

$U_N$  - znamionowe napięcie strony górnej transformatora [kV];  $U_N = 15 \text{ kV}$

$I_{bSN}$  - prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej;  $I_{bSN} = 2,0 * 24,2 = 48,4 \text{ A}$

- dobrano wkładki SN o wartości 50A

### Posadowienie stacji transformatorowej

Pierwszym etapem posadowienia stacji jest wykonanie w ziemi wykopu zgodnego z rysunkiem montażu stacji. W wykonanym wykopie należy ułożyć uziom otokowy i podłączyć go z zaciskami wewnątrz stacji.

Pod fundamentem należy wykonać podsypkę piaskowo-żwirową o grubości około 200 mm. Należy zwrócić szczególną uwagę, aby powierzchnia podsypki była wypoziomowana i zagęszczona.

Na tak przygotowane miejsce należy ustawić misę fundamentową stacji. Na posadowiony fundament stacji ułożyć pojedynczą warstwę taśmy uszczelniającej. Taśma uszczelniająca nie może nakładać się na siebie (aby nie była ułożona podwójnie), może to spowodować przedostawanie się cieczy do wnętrza stacji. Podczas układania taśmy uszczelniającej, nie należy jej rozciągać, może to spowodować jej uszkodzenie lub deformację.

Na tak przygotowany fundament należy równo ustawić bryłę główną stacji, a następnie dach.

Projekt typowy stacji kontenerowej, dostarczony przez producenta i zaadaptowany na potrzeby miejscowe, jest integralną częścią niniejszego projektu.

### Rozdzielnica n.n. – sekcja nr 1

Do sekcji nr 1 rozdzielnicy RN-W przełączone zostaną istniejące kable obwodów komunalnych nr 100, 200 i 400 z kierunku ul. Koronowskiej. Przełączenie nastąpi poprzez zmurowanie kabli istniejących z kablami projektowanymi poza strefą kolizji.

Do sekcji nr 1 przyłączone również zostaną obwody przemysłowe nr 300, 500 (firmy ERGOMASTER i PLANIKA), mające swe siedziby na terenie zakładu MDD. Przełączenie nastąpi do nowych złączy kablowo-pomiarowych półpośrednich, które ustawione zostaną poza strefą kolizji - wg rys. E/1. Ze złączy tych wybudowane zostaną odcinki kabli zalicznikowych w celu połączenia z istniejącymi wewnętrznymi liniami zasilającymi.

### Rozdzielnica n.n. – sekcja nr 2

Do sekcji nr 2 rozdzielnicy RN-W przełączony zostanie istniejący obwód przemysłowy nr 100.2 (firma RENTOR), znajdujące się na terenie zakładu MDD. Przełączenie nastąpi do nowego złącza kablowo-pomiarowego półpośredniego, które ustawione zostanie poza strefą kolizji - wg rys. E/1. Ze złącza tego wybudowana zostanie kabel zalicznikowy w celu połączenia z istniejącą wewnętrzną linią zasilającą.

Wszystkie projektowane wyprowadzenia n.n. z nowej stacji transf. muszą być wykonane kablami typu NA2Y-J 4x240 – wg rys. E/9.

Odcinki zalicznikowych wewnętrznych linii zasilających wykonane zostaną typu NA2Y-J 4x240 – wg rys. E/9. Kable zalicznikowe na schemacie wyróżniono kolorystycznie.

Przełączenie wszystkich kabli n.n. musi odbyć się po wcześniejszym wykonaniu całej infrastruktury SN i n.n. – łącznie z budową złącza ZK-SN i nowej stacji transformatorowej „POM-2”. W tym celu należy przeprowadzić stosowne odbiory etapowe z ENEA Operator Sp. z o.o.



#### 5.4. Sieć kablowa o napięciu 0,4 kV (przełączenie)

##### 5.4.1. Sieć n.n. 0,4 kV należąca do ENEA Operator

Z nowej stacji transformatorowej wybudowana zostanie sieć kablowa n.n. o napięciu 0,4 kV w celu przełączenia wszystkich istniejących obwodów odbiorczych zasilanych ze stacji demontowanej.

Dla zasilania odbiorców komunalnych przy ul. Koronowskiej w Sępólnie Kr. ze stacji wyprowadzone zostaną 3 linie kablowe NA2Y-J 4x150 (obwody nr 100.1, 200.1, i 400.1) do miejsca na terenie zakładu poza strefą kolizji, gdzie zmutowane zostaną z kablami istniejącymi.

Dla zasilania odbiorców przemysłowych znajdujących się na terenie zakładu ze stacji wyprowadzone zostaną 3 linie kablowe NA2Y-J 4x240 (obw. 300.1, 500.1 oraz 100.2) do miejsca na terenie zakładu poza strefą kolizji, gdzie wprowadzone zostaną do złączy kablowo-pomiarowo półpośrednich typu ZK1-1Pp. Złącza te ustawione zostaną w pobliżu stacji transformatorowej przy wewnętrznej drodze dojazdowej – wg. rys. E/1.2

Schemat przełączenia sieci n.n. 0,4 kV pokazano na rys. E/9. Numerację obwodów sieci o nap. 0,4 kV przyjęto dla celów projektu. Rzeczywiste numery obwodów odbiorczych n.n. zostaną nadane przez RD Nakło na etapie zgłoszenia robót.

##### 5.4.2. Sieć n.n. 0,4 kV należąca do inwestora (zalicznikowa)

Z nowoprojektowanych złączy kablowych ZK1-1Pp wyprowadzone zostaną kable zalicznikowe do miejsc poza strefą kolizji - gdzie zmutowane zostaną z kablami istniejącymi. W przypadku obwodu zasilającego firmę ERGOMASTER, oznaczonego jako 300.1 (stara numeracja), przy złączu kablowo-pomiarowym ZK1-1Pp ustawiona zostanie zalicznikowa szafa kablowa SK-4 w celu przełączenia obiektów rozproszonych na terenie zakładu. Schemat przełączenia sieci n.n. 0,4 kV zalicznikowej pokazano na rys. E/9.

#### 5.5. Demontaż sieci

##### 5.5.1. Linie napowietrzne SN-15 kV

Wykaz elementów linii napowietrznej SN-15 kV przeznaczony do demontażu zamieszczono w tabeli „Demontaż linii napowietrznej SN-15 kV - zestawienie materiałów”. Na etapie budowy, po uzgodnieniu z przedstawicielem RD Nakło, ustalony zostanie wykaz materiałów, które po zdemontowaniu przekazane będą do magazynu ENEA Operator. Materiały wykazujące cechy zużycia technicznego zostaną przeznaczone do utylizacji. Protokoły z utylizacji inwestor przekaze do RD Nakło.

##### 5.5.2 Linie kablowe SN-15 kV i 0,4 kV

Z uwagi na gęstość zabudowy terenu zakładu oraz utwardzone nawierzchnie nie przewiduje się demontażu kabli SN i n.n. wyłączonych z eksploatacji.

### 5.5.3. Stacja transformatorowa murowana wieżowa POM-2

Murowany budynek stacji transformatorowej „POM-2” zostanie rozebrany wraz fundamentami. Przed rozbiórką budynku zostanie zdemonstrowane całe wyposażenie elektryczne. Materiały elektryczne wskazane przez RD Nakło na etapie rozbiórki zostaną przekazane do magazynu ENEA Operator. Pozostałe materiały, wykazujące cechy zużycia technicznego, zostaną przekazane do utylizacji. Protokoły z utylizacji inwestor przekaże do RD Nakło.

### 6. Informacja o ochronie zabytków

Teren objęty projektem obejmujący działki o nr ewid. 224/7, 224/6, 252/5, 242, 191/9 w obrębie geodezyjnym Sępólno 0005 nie są wpisane do rejestru zabytków, ani do gminnej ewidencji zabytków. Zamierzenie nie jest lokalizowane na obszarze objętym ochroną konserwatorską

### 7. Wpływ eksploatacji górniczej na teren zamierzenia – nie dotyczy

### 8. Informacja o charakterze i cechach przewidywanych zagrożeń dla środowiska oraz higieny i zdrowia

Projektowana sieć SN i n.n. w normalnych warunkach pracy nie stwarza zagrożenia dla użytkowników oraz otoczenia. Niebezpieczeństwo porażenia osób może pojawić się wyłącznie w stanach awaryjnych, jednak wszystkie elementy sieci zostały tak zaprojektowane, aby zagrożenie to wyeliminować lub zminimalizować – zgodnie z normami:

- PN-EN 50423-1 Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV do 45 kV włącznie
- PN-EN 50341-1 Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV. Wymagania ogólne
- N-SEP-003 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Projektowanie i budowa
- N SEP-E-004:2014 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa
- N-SEP-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa

### 9. Obszar oddziaływania projektowych obiektów

Obszar oddziaływania projektowanych linii kablowych o napięciu do 1 kV oraz o napięciu 15 kV ułożonych w ziemi został określony w oparciu o normę **N SEP-E004:2014 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa**. W normie tej p. 3.1.5 stwierdza się, że dla lokalizacji kabla elektroenergetycznego o napięciu do 45 kV wymagana odległość pozioma przy zbliżeniu do obiektów podziemnych powinna wynosić min. 0,50 m, a przy skrzyżowaniu z rurociągami - 0,25 m plus średnica rurociągu. Odległości te mogą zostać zmniejszone do 0,1 m, jeżeli na kablu zostaną założone rury osłonowe. W odniesieniu do niniejszego projektu – usytuowanie projektowanych linii kablowych w ziemi spełnia wymienione wyżej zasady, a oddziaływanie ich nie wykracza poza obszar działek nr 224/7, 224/6, 252/5, 242, 191/9 w obrębie geodezyjnym Sępólno 0005.

Dla złączy kablowych średniego napięcia przepisy prawa i normy nie przewidują ograniczeń w zagospodarowaniu, które wskazywać mogłyby na istnienie obszaru oddziaływania obiektu, wykraczającego poza teren inwestycji. Wartość natężenia pola elektromagnetycznego wokół urządzeń średniego napięcia, których elementem jest złącze kablowe SN, zostały uznane jako nieistotne źródła pola elektromagnetycznego z punktu widzenia wpływu na środowisko i zdrowie ludzi. Ewentualne ograniczenia obejmują wyłącznie teren frontu złącza kablowego SN w pasie 1,0 m, dla zapewnienia prawidłowej jego eksploatacji.

Obszar oddziaływania projektowanego złącza kablowego ZK-SN nie wykracza poza teren działki dz. 252/5 w obrębie geodezyjnym Sępólno 0005.

Budynek kontenerowej stacji transformatorowej jest budynkiem w kategorii użytkowania PM. Ściany i dach stacji stanowią ściany oddzielenia przeciwpożarowego o odporność ogniową w klasie REI 120, przez co wypełniają postanowienia zawarte w **§ 271 p. 12 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2015 poz. 1422) – Dział VII** w zakresie lokalizacji i odległości pomiędzy innymi budynkami. Wartości natężenia pola elektromagnetycznego wokół urządzeń średniego napięcia, których elementem jest kontenerowa stacja transformatorowa, zostały uznane jako nieistotne źródła pola elektromagnetycznego z punktu widzenia wpływu na środowisko i zdrowie ludzi. Ewentualne ograniczenia obejmują wyłącznie teren od frontu, tyłu stacji i prawej ściany w obszarze 1,0 m oraz od lewej ściany bocznej w obszarze 4,0 m - dla zapewnienia prawidłowej jej eksploatacji (dostęp do komory transformatora). Obszar oddziaływania stacji transformatorowej kontenerowej nie wykracza poza teren działki dz. 252/5 w obrębie geodezyjnym Sępólno 0005.

## 10. OBLICZENIA

### Dobór elementów sieci SN

#### Obliczenia zwarcia

- moc zwarcia na szynach 15 kV w GPZ Sępólno:  $S_{kQ} = 150,148 \text{ MVA}$
- prąd ziemnozwarciowy na szynach rozdzielni 15 kV:  $I_{nk} = 30 \text{ A}$

#### I. Zwarcie w projektowanym złączu ZK-SN-LLLL

##### 1. Impedancja pętli zwarcia:

przyjęto zwarcie na szynach SN projektowanego złącza ZK-SN (poziom napięcia 15 kV):

- sieć zasilająca (system elektroenergetyczny):

$$c \cdot U^2 \qquad 1,1 \cdot 15^2$$

$$Z_{kQ} = \frac{\quad}{S_{kQ}} = \frac{\quad}{145,87} = 1,70 \Omega$$

$$X_{kQ} = 0,995 * Z_{kQ} = 1,69 \Omega \quad R_Q = 0,1 * X_Q = 0,17 \Omega$$

- linia kablowa SN 3xYHAKXS 120

$$L_k = 0,167 \text{ km}$$

$$R_{Lk} = L/(\chi * S) = 167/(35 * 120) = 0,04 \Omega \quad X_{Lk} = 0,1 * L_k = 0,1 * 0,176 = 0,017 \Omega$$

- linia napowietrzna 3xAFL 70

$$L_{70} = 0,340 \text{ km}$$

$$R_{70} = L/(\chi * S) = 340/(35 * 70) = 0,1387 \Omega \quad X_{70} = 0,4 * L_N = 0,4 * 0,340 = 0,136 \Omega$$

- linia kablowa SN projektowana NA2XS(F)2Y 3x1x150

$$L_k = 0,540 \text{ km}$$

$$R_{Lk} = L/(\chi * S) = 540/(35 * 150) = 0,1028 \Omega \quad X_{Lk} = 0,1 * L_k = 0,1 * 0,540 = 0,054 \Omega$$

Impedancja  $Z_k$  w miejscu zwarcia (na szynach SN)

$$R_k = \Sigma(R) = 0,3128 \Omega \quad X_k = \Sigma(X) = 1,897 \Omega \quad Z_k = 1,9226 \Omega$$

## 2. Prąd zwarciovowy początkowy w miejscu zwarcia (na dopływie stacji transf. - strona SN)

$$I_1 = \frac{k * U_n}{1,73 * Z_k} = \frac{1,1 * 15000}{1,73 * 1,9226} = 4960 \text{ A}$$

## 3. Prąd udarowy

$$i_u = 1,41 * k_u * I_1 \quad R/X = 0,1649 \quad k_u = 1,02 + 0,98 * e^{(-3R/X)} = 1,61$$

$$i_u = 1,41 * 1,61 * 4,960 = 11,31 \text{ kA}$$

## 4. **Prąd zastępczy cieplny $I_{th}$ w miejscu zwarcia**

$$T = X/\omega * R = 0,0193 \text{ s} - \text{stała czasowa obwodu zwarcia}$$

$T_k = 1,0 \text{ s}$  - czas trwania zwarcia wynikający z nastawień zabezpieczeń w GPZ Sępólno

$T_k > 10 * T$  - przyjęto, że zastępczy prąd cieplny  $I_{th}$  jest równy prądowi początkowemu  $I_1$

$$I_{th} = I_1 = 4,960 \text{ kA}$$

Dla projektowanego złącza ZK-SN-LLL prąd cieplny 1-sekundowy wynosi:  $I_{thzk} = 20 \text{ kA} > 4,96 \text{ kA}$  – warunek spełniony

## II. Zwarcie w projektowanej stacji transformatorowej kontenerowej

### 5. Impedancja pętli zwarcia :

przyjęto zwarcie na szynach SN projektowanej stacji transf. 15/0,4 kV (poziom napięcia 15 kV):

- sieć zasilająca (system elektroenergetyczny):

$$Z_{kQ} = \frac{c \cdot U^2}{S_{kQ}} = \frac{1,1 \cdot 15^2}{145,87} = 1,70 \Omega$$

$$X_{kQ} = 0,995 \cdot Z_{kQ} = 1,69 \Omega \quad R_Q = 0,1 \cdot X_Q = 0,17 \Omega$$

- linia kablowa SN 3xYHAKXS 120

$$L_k = 0,167 \text{ km}$$

$$R_{Lk} = L / (\chi \cdot S) = 167 / (35 \cdot 120) = 0,04 \Omega \quad X_{Lk} = 0,1 \cdot L_k = 0,1 \cdot 0,176 = 0,017 \Omega$$

- linia napowietrzna 3xAFL 70

$$L_{70} = 0,340 \text{ km}$$

$$R_{70} = L / (\chi \cdot S) = 340 / (35 \cdot 70) = 0,1387 \Omega \quad X_{70} = 0,4 \cdot L_N = 0,4 \cdot 0,340 = 0,136 \Omega$$

- linia kablowa SN projektowana NA2XS(F)2Y 3x1x150

$$L_k = 0,540 \text{ km} + 0,150 \text{ km} = 0,690 \text{ km}$$

$$R_{Lk} = L / (\chi \cdot S) = 690 / (35 \cdot 150) = 0,1314 \Omega \quad X_{Lk} = 0,1 \cdot L_k = 0,1 \cdot 0,690 = 0,0690 \Omega$$

Impedancja  $Z_k$  w miejscu zwarcia (na zaciskach SN transformatora w stacji transf.)

$$R_k = \Sigma(R) = 0,6006 \Omega \quad X_k = \Sigma(X) = 2,0266 \Omega$$

$$Z_k = 2,1137 \Omega$$

### 6. Prąd zwarciovowy początkowy w miejscu zwarcia (na szynach SN)

$$I_1 = \frac{k \cdot U_n}{1,73 \cdot Z_k} = \frac{1,1 \cdot 15000}{1,73 \cdot 2,1137} = 4512 \text{ A}$$

### 7. Prąd udarowy

$$i_u = 1,41 \cdot k_u \cdot I_1 \quad R/X = 0,2939 \quad k_u = 1,02 + 0,98 \cdot e^{(-3R/X)} = 1,4258$$

$$i_u = 1,41 \cdot 1,4258 \cdot 4,512 = 9,007 \text{ kA}$$

### 8. Prąd zastępczy cieplny $I_{th}$ w miejscu zwarcia

$T = X/\omega \cdot R = 0,0108 \text{ s}$  – stała czasowa obwodu zwarcia

$T_k = 1,5 \text{ s}$  - czas trwania zwarcia wynikający z nastawień zabezpieczeń w GPZ Sępólno

$T_k > 10 \cdot T$  - przyjęto, że zastępczy prąd cieplny  $I_{th}$  jest równy prądowi początkowemu  $I_1$

$$I_{th} = I_1 = 4,512 \text{ kA}$$

Dla projektowanej stacji transf. (rozdzielniczy SN-15 kV) :

- prąd cieplny 1-sekundowy wynosi:  $I_{thzk} = 20 \text{ kA} > 4,512 \text{ kA}$  – warunek spełniony
- prąd udarowy wynosi:  $I_p = 50 \text{ kA} > 9,007 \text{ kA}$  – warunek spełniony

## II. Prąd zwarcia na zaciskach dolnego napięcia (n.n.) transformatora

Impedancja obwodu zwarcia przeliczona na stronę n.n. (0,4 kV):

$$Z_{k/0,4} = [(R_{k/0,4} + R_{Tr})^2 + (X_{k/0,4} + X_{Tr})^2]^{1/2}$$

$$R_{k/0,4} = 0,6006 \cdot (0,400/15)^2 = 0,0004 \Omega$$

$$X_{k/0,4} = 2,0266 \cdot (0,400/15)^2 = 0,0015 \Omega$$

$$R_{Tr/0,4} = 0,0017 \Omega$$

$$X_{Tr/0,4} = 0,0104 \Omega$$

$$Z_{knn} = [(0,0004 + 0,0017)^2 + (0,0015 + 0,0104)^2]^{1/2} = 0,0012 \Omega$$

Początkowy prąd zwarcia po stronie n.n. transformatora.:

$$I''_{knn} = \frac{c \cdot U}{1,73 \cdot Z_{knn}} = \frac{1 \cdot 400}{1,73 \cdot 0,0012} = 19\,211 \text{ A}$$

stąd prąd zwarcia po stronie SN transformatora (przy przekładni 15/0,42 = 35,71) wyniesie:

$$I_{kSN} = 19211 / 35,71 = 538 \text{ A}$$

dla wkładki topikowej  $I_{bn} = 50 \text{ A VVC ETI POLAM}$  czas wyłączenia prądu 538 A jest mniejszy od 0,2 s

### Wniosek:

zwarcie na zaciskach n.n. transformatora zostanie wyłączone przez wkładki po stronie SN stacji w czasie  $t < 0,2 \text{ s}$

## III. Sprawdzenie rozłączników SN w polu liniowym i transformatorowym:

Parametr	Wartości obliczone	Wartość znamionowe rozłącznika w polu liniowym	Wartość znamionowe rozłącznika w polu transformator.
Napięcie znamionowe sieci	$U_{ns} = 15,75 \text{ kV}$	$U_n = 24 \text{ kV}$	$U_n = 24 \text{ kV}$
Najwyższe napięcie robocze	$U_n = 15,75 \text{ kV}$	$U_m = 24 \text{ kV}$	$U_m = 24 \text{ kV}$
Znamionowy prąd ciągły	$I_o = 24,2 \text{ A}$	$I_n = 630 \text{ A}$	$I_n = 250 \text{ A}$
Znamionowy prąd zwarc. szczytowy	$i_u = 9,007 \text{ kA}$	$I_{nsz} = 50 \text{ kA}$	$I_{nsz} = 50 \text{ kA}$
Prąd znamionowy zwarcia 1-sek	$I_{th} = 4,512 \text{ kA}$	$I_{tzn} = 20 \text{ kA}$	$I_{tzn} = 20 \text{ kA}$

Parametry rozłączników w rozdzielniczy SN spełniają wymogi warunków obciążeniowych i zwarciających

#### IV. Sprawdzenie kabla NA2XS(F)2Y 3x1x150/25 na warunki zwarciove i obciażeniowe

- minimalny przekrój przewodu S [mm<sup>2</sup>] przy określonym prądzie zwarcia:

$$S > \frac{1}{k} \frac{I_{th}^2 \cdot T_k}{1} \quad c = 2,48 \text{ [J/cm}^3\text{K]} \quad \alpha = 0,004 \text{ [1/K]} \quad T_k = 1,0 \text{ [s]}$$

$$k = [\lambda_{sr} \cdot c \frac{\zeta_{dz} - \zeta_{pz}}{T_k}]^{0,5} \quad \lambda_{sr} = \lambda_{20} / [1 + \alpha(\zeta_{sr} - 20)] \quad \zeta_{sr} = (\zeta_{dz} - \zeta_{pz}) / 2$$

C - ciepło właściwe żyły przewodzącej

$\alpha$  - wsp. rozszerzalności cieplnej

$T_k$  - czas trwania zwarcia

$\lambda_{20}$  - konduktywność żyły w temp. 20 °C

$\lambda_{sr}$  - konduktywność żyły w temp.  $\zeta_{sr}$

$\zeta_{pz}$  - temperatura początkowa zwarcia (przyjęta jako temp. przewodu dopuszczalna długotrwale)

$\zeta_{dz}$  - dopuszczalna końcowa temperatura

$\zeta_{sr}$  - średnia temperatura przewodu

k - jednosekundowa dopuszczalna gęstość prądu zwarciovego

$\zeta_{sr} = (90 + 250) / 2 = 170 \text{ }^\circ\text{C}$

$\lambda_{sr} = 35 / [1 + 0,004(170 - 20)] = 21,88 \text{ m/}\Omega\text{mm}^2$

$k = [21,88 \cdot 2,48 \cdot (250 - 90) / 1] = \mathbf{93,18 \text{ A/mm}^2}$

minimalny przekrój żyły kabla:

$$S = \frac{1}{93,18} \cdot \left[ \frac{4512^2 \cdot 1,0}{1} \right]^{0,5} = \mathbf{48,4 \text{ mm}^2 < 150 \text{ mm}^2}$$

dobrany kabel NA2XS(F)2Y 3x1x150/25 spełnia warunki zwarciove

Dla kabla NA2XS(F)2Y 3x1x150/25 dopuszczalny prąd zwarciovy 1s wynosi:

$I_{th150} = \mathbf{14,2 \text{ kA} > 4,512 \text{ kA} - \text{warunek spełniony}}$

Obciążalność długotrwała kabla NA2XS(F)2Y 3x1x150/25 ułożonego w ziemi wynosi:

$I_{dd} = \mathbf{319 \text{ A} > 41,4 \text{ A} - \text{warunek spełniony}}$

Dopuszczalna wartość prądu zwarciovego 1-skundowego dla żyły powrotnej kabla NA2XS(F)2Y 3x1x150/25 wynosi:

$I_{th1s} = \mathbf{5,3 \text{ kA}}$

Wymagana odporność zwarciova żyły powrotnej kabla SN:

$I_{kpz} = 0,033 \cdot S_{kQ} = 0,033 \cdot 150,148 = \mathbf{4,95 \text{ kA} < 5,3 \text{ kA} - \text{warunek spełniony}}$

#### IV. Rezystancja uziemienia ochronnego

Rezystancja uziemienia ochronnego części przewodzących dostępnych w złączu ZK-SN i stacji transformatorowej:

Podstawową ochronę przeciwporażeniową w sieci SN spełniono poprzez wykonanie izolacji podstawowych części czynnych oraz ograniczenie dostępu do nich poprzez obudowy.

Ochronę przeciwporażeniową dodatkową w sieci SN zaprojektowano w oparciu o normę PN-EN-50341-1. Przewiduje się wykonanie uziemienia ochronnego SN dla złącza kablowego ZK-SN-LLLL oraz uziemienia stacji transformatorowej o wartości obliczonej wg zasad:

### **Wymagana wypadkowa wartość rezystancji uziemienia złącza kablowego ZK-SN**

$$R_E \leq \frac{U_E}{I_E} = \frac{2 \cdot U_{TP}}{r \cdot I_{k1}} = \frac{2 \cdot 85}{1 \cdot 30} = 5,6 \Omega$$

gdzie:

$U_{TP}$  - największe dopuszczalne napięcie dotykowe rażeniowe przy czasie trwania zakłócenia  $t = 5s$   
 $I_E$  - prąd uziomowy przyjęty jako  $I_E = r \cdot I_{k1}$ , gdzie  $r = 1$   $I_{k1}$  - prąd ziemnozwarciowy

### **Obliczenie rezystancji układu uziomowego złącza ZK-SN**

Dnia 09.09.2021 na terenie inwestycji, dokonano pomiaru rezystywności gruntu metodą Wennera miernikiem MRU-101. Otrzymano następujący wynik pomiarów => 102  $\Omega$  m, co po uwzględnieniu współczynnika  $kr=1,1$  wynosi 112,2  $\Omega$  m.

Uziom otokowy wokół złącza:

□□□□

$$R_1 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \left( \frac{B \cdot l^2}{t \cdot d_w} \right) = \frac{112,2}{2 \cdot \pi \cdot 18} \cdot \ln \left( \frac{5,81 \cdot 18^2}{0,9 \cdot 0,012} \right) = 9,17 \Omega$$

gdzie:  $\rho$  - rezystywność gruntu [ $\Omega$ m]  
 $l$  - długość uziomu poziomego [m]  
 $B$  - współczynnik konfiguracji układu uziomowego  
 $t$  - głębokość zakopania uziomu [m]  
 $d_w$  - średnica bednarki [m]

Uziom pionowy:

$$R_p = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l \cdot n} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot l}{d} \right) = \frac{112,2}{2 \cdot \pi \cdot 4 \cdot 4} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot 4}{0,016} \right) = 7,71 \Omega$$

gdzie:  $\rho$  - rezystywność gruntu [ $\Omega$ m]  
 $l$  - długość pojedynczego uziomu pionowego [m]  $l=6m$   
 $d$  - średnica pręta [m]  
 $n$  - liczba uziomów pionowych

Wypadkowa rezystancja układu uziemiającego dla złącza ZK-SN:

$$R_w = \frac{R_1 \cdot R_p}{R_1 + R_p} = 4,19 \Omega < 5,66 \Omega - \text{warunek spełniony}$$

Wokół złącza ZK-SN należy wykonać otok z bednarki FeZn 40x5 mm w odległości 1m od ścian zewnętrznych połączony z prętami uziomowymi (4 szt) o średnicy min 16mm i długości 6m, pograżonymi w narożnikach. W



przypadku nieotrzymania wymaganej wartości należy na obwodzie otoku pograćzyć dodatkowe pręty uziomowe. Sposób rozmieszczenia projektowanych uziemień zamieszczono na rysunku nr E/4.

**Wymagana wypadkowa wartość rezystancji uziemienia ochronno-funkcjonalnego stacji transformatorowej:**

Moc zwarciova  $S_n = 150,148$  MVA po stronie 15kV (na szynach rozdzielni 15kV stacji WN/SN w GPZ Sępólno)

Jednofazowy prąd zwarcia doziemnego  $I_{k1} = 30$ A (na szynach rozdzielni 15kV).

Sieć SN-15kV pracuje z punktem zerowym transformatora uziemionym przez dławik.

Czas trwania rażenia:  $t = 5$  s:

Wymagana wypadkowa wartość rezystancji uziemienia stacji transform. :

$$R_B < \frac{U_F}{r \cdot I_{k1}}$$

$U_F$  - największe dopuszczalne napięcie zakłócenia przy czasie trwania zakłócenia dla  $t = 5$  s:

$U_F = 82$  V (wg rys. 9.1, PN-E-05115)

$r = 1$ ;  $I_{k1} = 30$ A

$$R_B < \frac{U_F}{r \cdot I_{k1}} = \frac{82}{1 \cdot 30} = 2,73 \Omega$$

Uziom otokowy wokół stacji transf.:

$$R_1 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \left( \frac{B \cdot l^2}{t \cdot d_w} \right) = \frac{112,2}{2 \cdot \pi \cdot 18} \cdot \ln \left( \frac{5,81 \cdot 18^2}{0,9 \cdot 0,012} \right) = 9,17 \Omega$$

gdzie:  $\rho$  – rezystywność gruntu [ $\Omega$ m]  
 $l$  – długość uziomu poziomego [m]  
 $B$  – współczynnik konfiguracji układu uziomowego  
 $t$  – głębokość zakopania uziomu [m]  
 $d_w$  – średnica bednarki [m]

Uziom pionowy:

- przyjęto 6 prętów pionowych o średnicy 16 mm

$$R_p = \text{_____}$$

Wypadkowa rezystancja układu uziemiającego dla stacji transformatorowej SN/nn:

$$R_w = \frac{R_1 \cdot R_p}{R_1 + R_p} = 2,6 \Omega < 2,73 \Omega$$

Wokół stacji transformatorowej należy wykonać otok z bednarki Fe/Zn 40x5 mm w odległości 1,0m od ścian zewnętrznych połączony z prętami uziomowymi (n=6 szt) o średnicy min 16mm i długości 6m, pograżonymi w narożnikach i w środkach dłuższych boków otoku. W przypadku nieotrzymania wymaganej wartości uziemienia należy pograżyć dodatkowe pręty. Sposób rozmieszczenia projektowanych uziemień zamieszczono na rysunku nr E/4.

### Wymagana wartość rezystancji uziemienia słupów linii napowietrznej SN

$$R_E \leq \frac{U_E}{I_E} = \frac{2 \cdot U_{TP}}{r \cdot I_{k1}} = \frac{2 \cdot 85}{1 \cdot 30} = 5,66 \Omega$$

gdzie:

$U_{TP}$  - największe dopuszczalne napięcie dotykowe rażeniowe przy czasie trwania zakłócenia  $t = 5s$   
 $I_E$  - prąd uziomowy przyjęty jako  $I_E = r \cdot I_{k1}$ , gdzie  $r = 1$   $I_{k1}$  - prąd ziemnozwarciowy

Uziom otokowy wokół złącza:

$$R_1 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \left( \frac{B \cdot l^2}{t \cdot d_w} \right) = \frac{112,2}{2 \cdot \pi \cdot 18} \cdot \ln \left( \frac{5,81 \cdot 18^2}{0,9 \cdot 0,012} \right) = 9,17 \Omega$$

gdzie:  $\rho$  - rezystywność gruntu [ $\Omega m$ ]; 112,2  $\Omega m$   
 $l$  - długość uziomu poziomego [m];  $l = 16m$   
 $B$  - współczynnik konfiguracji układu uziomowego;  $B = 5,81$   
 $t$  - głębokość zakopania uziomu [m];  $t = 0,9m$   
 $d_w$  - średnica oblicz. bednarki [m];  $d_w = 0,012m$

Uziom pionowy:

$$R_p = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l \cdot n} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot l}{d} \right) = \frac{112,2}{2 \cdot \pi \cdot 4 \cdot 4} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot 4}{0,016} \right) = 7,71 \Omega$$

gdzie:  $\rho$  - rezystywność gruntu [ $\Omega m$ ]; 112,2  $\Omega m$   
 $l$  - długość pojedynczego uziomu pionowego [m];  $l = 4m$   
 $d$  - średnica pręta [m];  $d = 0,016m$   
 $n$  - liczba uziomów pionowych;  $n = 4$

Wypadkowa rezystancja układu uziemiającego dla słupów linii napow. SN:

$$R_w = \frac{R_1 \cdot R_p}{R_1 + R_p} = 4,86 \Omega < 5,66 \Omega$$

Opracował:

mgr inż. Wiesław Szymańczak