
PROJEKT WYKONAWCZY

NAZWA PROJEKTU	Budowa kontenerowej stacji transformatorowej 15/0,4kV oraz przyłączy elektroenergetycznych do budynków Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej i Komory Termoklimatycznej stanowiących wewnętrzną instalację Politechniki Krakowskiej na terenie Kampusu Czyżyny przy al. Jana Pawła II 37 w Krakowie na działkach 21/276, 21/277 obr. 6 Nowa Huta
LOKALIZACJA	dz. nr 21/276, 21/277 obr. 6 Nowa Huta Kraków, al. Jana Pawła II 37
INWESTOR	Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków
BRANŻA	ELEKTRYCZNA
OPRACOWANIE	STACJE TRANSFORMATOROWE, INSTALACJE ELEKTRYCZNE ZEWNĘTRZNE
PROJEKTOWAŁ	mgr inż. Piotr Piwowski nr upr. MAP/0109/PWOE/04 specjalność instalacyjna w zakresie sieci instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych
SPRAWDZIŁ	mgr inż. Grzegorz Gurdziel nr upr. MAP/0316/POOE/13 specjalność instalacyjna w zakresie sieci instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych

SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU

Część opisowa

L. p.	Wyszczególnienie	Nr części
1	Strona tytułowa	I
2	Spis zawartości projektu	II
4	Cześć opisowa	III
5	Dokumenty formalno - prawne	IV

Część rysunkowa – Instalacje elektryczne

L. p.	Wyszczególnienie	Nr rysunku
1	Projekt zagospodarowania terenu	E-01
2	Schemat blokowy zasilania	E-02
3	Schemat elektryczny stacji transformatorowej (ST)	E-03
4	Rozmieszczenie aparatury w stacji transformatorowej – widok z góry	E-04
5	Rodzaje i sposób montażu przepustów dla kabli SN i nN	E-05
6	Instalacja uziemiająca stacji transformatorowej	E-06
7	Schemat uziemienia stacji transformatorowej	E-07
8	Rozmieszczenie aparatury elektrycznej w rozdzielni SN 15kV	E-08
9	Rozmieszczenie aparatury elektrycznej w rozdzielni nN 0,4kV	E-09
10	Elewacja frontowa złącza kablowego (ZK-LAŚ) przy budynku Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej	E-10
11	Elewacja frontowa złącza kablowego (ZK-KT) przy budynku Komory Termoklimatycznej	E-11
12	Linie kablowe ziemne w relacji proj. stacja transformatorowa - złącze kablowe ZK-LAŚ	E-12

13	Linie kablowe ziemne w relacji proj. stacja transformatorowa - złącza przy budynku Komory Termoklimatycznej	E-13
----	---	------

Część rysunkowa - Architektura

L. p.	Wyszczególnienie	Nr rysunku
1	Elewacja frontowa stacji	B-01
2	Elewacja tylna stacji	B-02
3	Elewacje boczne stacji	B-03
4	Przekrój poprzeczny stacji	B-04
5	Przyziemie stacji	B-05
6	Fundament stacji	B-06
7	Posadowienie stacji	B-07
8	Złącze kablowe przy budynku LAŚ - elewacja budynku	B-08
9	Lokalizacja złącza kablowego (ZK-KT) przy budynku Komory Termoklimatycznej	B-09

OPIS TECHNICZNY

Spis treści

1.	Przedmiot opracowania	5
2.	Podstawa opracowania.....	5
3.	Zakres opracowania	5
4.	Ogólne dane elektroenergetyczne	5
5.	Stan istniejący.....	5
6.	Stan projektowany	6
7.	Kontenerowa stacja transformatorowa.....	7
7.1.	Część architektoniczno-budowlana	7
7.2.	Część konstrukcyjna	9
7.3.	Część elektryczna.....	9
8.	Złącza kablowe	11
9.	Roboty kablowe ziemne.....	11
10.	Skrzyżowania z istniejącym uzbrojeniem terenu.....	13
11.	Ochrona przeciwporażeniowa.....	13
12.	Ochrona przeciwprzepięciowa	13
13.	Sprzęt BHP i PPOŻ.	14
14.	Uwagi końcowe.....	14
15.	Podstawowe normy i przepisy związane.....	14
16.	Obliczenia techniczne	15
16.1.	Bilans mocy	15
16.2.	Dobór przekroju kabli i przewodów.....	15
16.3.	Dobór jednostki transformatorowej.....	18
16.4.	Dobór zabezpieczenia transformatora po stronie SN.....	19
16.5.	Ochrona przeciwporażeniowa - wyznaczenie uziemienia stacji transformatorowej	19
16.6.	Obliczenia rezystancji uziemienia stacji transformatorowej.....	20
16.7.	Dobór przekładników prądowych.....	21
17.	Trasy kablowe.....	23

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy dla inwestycji budowy kontenerowej stacji transformatorowej 15/0,4kV oraz przyłączy elektroenergetycznych do budynków Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej i Komory Termoklimatycznej stanowiących wewnętrzną instalację Politechniki Krakowskiej na terenie Kampusu Czyżyny przy al. Jana Pawła II 37 w Krakowie na działkach 21/276, 21/277 obr. 6 Nowa Huta. Inwestorem jest Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków.

2. Podstawa opracowania

- zlecenie Inwestora,
- inwentaryzacja stanu istniejącego,
- dokumenty techniczno – ruchowe (DTR) zaprojektowanych urządzeń,
- mapa do celów projektowych w skali 1:500,
- opinia ZUDP,
- obowiązujące przepisy, normy, zarządzenia oraz standardy.

3. Zakres opracowania

Dokumentacja obejmuje:

- opis techniczny uwzględniający rozwiązania projektowe oraz stan istniejący,
- część rysunkową obejmującą schemat ideowy instalacji, projekt zagospodarowania terenu,
- ochronę przeciwporażeniową,
- obliczenia techniczne.

4. Ogólne dane elektroenergetyczne

Napięcie zasilania:	$U_n=15 \text{ kV}$
Napięcie zasilania odbiorników:	$U_n=3 \times 230/400 \text{ V}$
Projektowana stacja transformatorowa:	kontenerowa stacja transformatorowa typu STLmb-8x3
Transformator	2 x suchy żywiczny 1000 kVA, Dyn5
Układ pomiarowo-rozliczeniowy	n/d
Układ sieci nN 0,4kV:	TN-C

5. Stan istniejący

Przez działki inwestycyjne przebiega istniejąca linia kablowa SN 15kV relacji GPZ Politechnika (p.12) – stacja transformatorowa OST20 (ST KRN2373). Tereny objęte opracowaniem zlokalizowane są na terenie Kampusu Czyżyny na działkach 21/276, 21/277 w miejscowości Kraków należących do Politechniki Krakowskiej.

W obrębie projektowanych działek zlokalizowany jest obecnie budynek Komory Termoklimatycznej oraz ma powstać budynek Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej. Istniejący oraz projektowany budynek zasilane będą z projektowanej stacji transformatorowej.

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 5
------------------------	----------------	----------

6. Stan projektowany

Projektuje się wykonanie następującego zakresu robót:

- a) postawienie kontenerowej prefabrykowanej stacji transformatorowej SN/nN (15/0,4kV) typu STLmb-8x3 na którą składać się będą:
 - 1. Transformator suchy żywiczny 1000 kVA (15 /0,4 kV) - 2 szt.
 - 2. Wyposażona w aparaturę część nadziemna stacji:
 - 7-polowa rozdzielnia SN (15kV):
 - 2x pole liniowe,
 - pole rezerwowe,
 - pole sprzęgłowe,
 - pole łącznika szyn,
 - 2x pole transformatorowe,
 - 2-sekcyjna rozdzielnia nN (0,4kV):
 - sekcja rozłączników głównych,
 - odpływy nN
 - tablica potrzeb własnych (TPW)
 - układ SZR

Część eksploatacyjna SN i nN oddzielona jest od komór transformatorowych przegrodami siatkowymi.

- b) ułożenie linii kablowych ziemnych nN (0,4kV) typu:
 - BiTflame® 1000C 7x1,5 FE180/E90 na odcinku od proj. stacji trafo (ST) do przycisku PWP,
 - BiTflame® 1000C 4x16 FE180/E90 na odcinku od proj. stacji trafo (ST) do proj. złącza kablowego (ZK-LAŚ) - Zasilanie obwodów pożarowych LAŚ
 - 4 x YAKXs 1x240 na odcinku od proj. stacji trafo (ST) do proj. złącza kablowego (ZK-LAŚ) - Zasilanie rozdzielnic głównej budynku LAŚ
 - 3x(4 x YAKXs 1x240) na odcinku od proj. stacji trafo (ST) do proj. złącza kablowego (ZK-LAŚ) - Zasilanie agregatu chłodniczego nr 1 w budynku LAŚ
 - 3x(4 x YAKXs 1x240) na odcinku od proj. stacji trafo (ST) do proj. złącza kablowego (ZK-LAŚ) - Zasilanie agregatu chłodniczego nr 2 w budynku LAŚ
 - 5x(4 x YAKXs 1x240) na odcinku od proj. stacji trafo (ST) do proj. złącza kablowego (ZK-LAŚ) - Zasilanie tunelu aerodynamicznego nr 1 w budynku LAŚ
 - 6x(4 x YAKXs 1x240) na odcinku od proj. stacji trafo (ST) do proj. złącza kablowego (ZK-LAŚ) - Zasilanie tunelu aerodynamicznego nr 2 w budynku LAŚ
 - 4x YAKXs 240 [mm²] na odcinku od proj. stacji trafo (ST) do proj. złącza kablowego (ZK-KT),
 - 2x(4x YAKXs 240) [mm²] na odcinku od proj. stacji trafo (ST) do istn. złącza kablowego (ZKR),
- c) montaż złącza kablowego na elewacji budynku:
 - przy budynku Komory Termoklimatycznej (ozn. ZK-KT)
 - przy budynku Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej (ZK-LAS)
- d) montaż rur osłonowych koloru niebieskiego na całej długości linii kablowych,

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 6
------------------------	----------------	----------

- e) wykonanie przejścia bezrozkopowego pod kostką granitową metodą przewiertu sterowanego na odcinku „A” - „B” oraz „C” - „D” na głębokości 1.0m z zastosowaniem rury przewiertowej typu RHDPEp 160/9.1 oraz 110/6.3,
- f) montaż uziomu poziomego (otokowego) oraz pionowego wg opisu,

7. Kontenerowa stacja transformatorowa

Projektuje się prefabrykowaną stację transformatorową typu STLmb-8x3, dwutransformatorowa z korytarzem obsługi stanowi wyrób firmy Elektromontaż-Lublin Sp. z o. o. Stacja transformatorowa jest przeznaczona do zasilania w energię elektryczną o napięciu 400/230V odbiorców bytowo - komunalnych lub przemysłowych z sieci rozdzielczej o napięciu 15÷20kV. Jest ona przystosowana do współpracy z siecią średniego i niskiego napięcia w wykonaniu kablowym. Obsługa urządzeń prowadzona jest wewnątrz stacji.

Dane techniczne

Kubatura	m ³	55,69
Powierzchnia zabudowy	m ²	24,00
Powierzchnia użytkowa	m ²	21,84

Technologia wykonawstwa

Prefabrykowana obudowa żelbetowa składająca się z: części nadziemnej (dwie ściany boczne, ściana tylna, ściana frontowa wyposażona w troje drzwi) oraz żelbetowego dachu stanowią monolit.. Fundament posiada otwory(zaślepienie cienką ścianką) do wprowadzenia kabli SN i nn. Wszystkie elementy ścienne, dach i fundament zbrojone stalą zbrojeniową – AIIIIN. Beton klasy C30/37. Konstrukcja stacji uniemożliwia skraplanie się wody wewnątrz budynku. Stacja transformatorowa posiada Certyfikat Zgodności z normą PN-EN 62271-202:2007 wydany przez jednostkę certyfikującą posiadającą akredytację Polskiego Centrum Akredytacji.

7.1. Część architektoniczno-budowlana

Obiekt zgodnie z wymogami technologicznymi zaprojektowano jako kompaktowy.

- Część nadziemna o wym. 8000x3000x2670 mm (dł. x szer. x wys.)
- Fundament skręcany na miejscu posadowienia z dwóch elementów o wym.: 2 x 4000x3000x800 mm (dł.x szer.x wys.),

Fundament (oba skrócone) szczelny posiada otwory Ø125(mm) i Ø170 (mm) do prowadzenia kabli nN i SN. Otwory te posiadają osłabione ścianki betonowe, które zabezpieczają przed wnikaniem wody i pozwalają na późniejszy montaż przepustów kablowych. We właściwych otworach, gdzie będą prowadzone kable, należy usunąć osłabienia betonowe.

Do uszczelnienia kabli przewidziano przepusty typu PKL-125 dla nn; oraz PKL 170 dla SN prod. Elektromontaż Lublin. Przepusty te przebadane są na ciśnienie wody (5bar). Grubość ścian – 100mm, ściana frontowa – 100mm.

Charakterystyka elementów:

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 7
------------------------	----------------	----------

- Ślusarka: drzwi stalowe z żaluzjami jednoskrzydłowe prod. Elektromontaż Lublin wyposażone w zamki wg wymagań zamawiającego. Przewidziano również uchwyt do zakładania kłódki.

Konstrukcja ościeżnic oraz szkielet drzwi wykonane są z profili prostokątnych zamkniętych (rurowych) stalowych. Poszycie zewnętrzne i wewnętrzne drzwi wykonane jest z blach stalowych odpowiednio giętych i montowanych na szkielecie drzwi.

- Żaluzje stalowe w ścianie bocznej i tylnej.
- Izolacje: Przeciwwilgociowe (fundament na zewnątrz); powłoka z Abizolu R + P.
- Wykończenie wewnętrzne: ściany; tynk cienkowarstwowy E wykonany na bazie dyspersji akrylowych, wypełniaczy mineralnych i kruszywa marmurowego o grubości 1,5mm biały
- Wykończenie zewnętrzne
 - dach - polimerowa farba akrylowo-lateksowa na zagruntowaną gruntem akrylowym płaszczyznę, kolor - dostosowany do warunków otoczenia;
 - ściany - tynk cienkowarstwowy E wykonany na bazie dyspersji akrylowych, wypełniaczy mineralnych i kruszywa marmurowego o grubości 1,5mm,
 - kolor - dostosowany do warunków otoczenia;
 - drzwi, żaluzje - powłoka cynkowana galwanicznie + powłoka malarska epoksydowo-poliuretanowa, kolor – dostosowany do warunków otoczenia.
 - rynny.
- instalacje:
 - Wentylacja grawitacyjna - przez żaluzje ściennie i drzwiowe, przez specjalne szczeliny między dachem, a górnymi krawędziami ścian;
 - Instalacja elektryczna, oświetleniowa,

Parametry stacji:

- klasa obudowy: nie gorsza niż 10,
- wytrzymałość dachu stacji na obciążenie: nie mniejsza niż 2500N/m,
- stopień ochrony obudowy: nie gorszy niż IP43,
- wytrzymałość obudowy na udary mechaniczne - nie mniejsza niż 20J.

Bezpieczeństwo pożarowe

- Powierzchnia użytkowa - 21,84 m²
- Gęstość obciążenia ogniowego dla stacji w zależności od mocy zainstalowanego transformatora żywicznego - 2x1000kVA - ≤500 MJ/m²
- Klasa odporności pożarowej budynku bez ścian oddzielenia .p.poż. - „C”
- Opcje: z jedną, dwoma lub trzema ścianami oddzielenia p.poż. - REI 120
- Płyta dachowa (stropodach) - REI 60

Wszystkie ściany betonowe w wykonaniu standardowym posiadają odporność ogniową: REI 90 (dotyczy elementów żelbetowych) i nie są ścianami oddzielenia przeciwpożarowego, płyta dachowa: REI 60, natomiast istnieje możliwość wykonania ścian w klasie REI120 - zgodnie z: „Oceną odporności ogniowej ścian i dachów stacji transformatorowych prod. Elektromontaż Lublin” znak NP 1097/P/07/Gw z dn. 24.12.2007r. wydaną przez Instytut Techniki Budowlanej, oraz „Opinią Rzeczoznawcy ds. p.poż.” z dn. 25.06.2007r. Wszystkie elementy

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 8
------------------------	----------------	----------

konstrukcyjne stacji wykonane są z materiałów niepalnych i spełniających warunki dla elementów nierozprzestrzeniających ognia (NRO).

7.2. Część konstrukcyjna

Pod całą powierzchnią fundamentu należy wymienić grunt na piasek gruby o $I_D/0,7$ na głębokość zależną od strefy przemarzania, tj. min 1,0m. Przewiduje się ułożenie opaski obwodowej z kostki betonowej na szerokość ok. 50cm.

Materiały

Beton prefabrykatów żwirowy klasy C30/37.

Produkcja elementów betonowych odbywa się w wyspecjalizowanym zakładzie prefabrykacji, autoryzowanym przez dostawcę stacji na podstawie dokumentacji konstrukcyjnej - licencyjnej.

Masa stacji bez transformatora:

- Maksymalna masa wyposażonej stacji (część nadziemna) bez transformatora: 26000 kg
- Masa fundamentu (dwóch połączonych): 11600 kg
- Wymiary gabarytowe stacji części nadziemnej: 8000 x 3000 x 3170 (dług. x szer. x wys.) [mm]

7.3. Część elektryczna

Podstawowe dane techniczne dla strony SN

Napięcie znamionowe	17,5 kV
Poziom znamionowy izolacji:	
Doziemnej i międzybiegunowej	125 kV / 50 kV
Przerwy biegunowej bezpiecznej	145 kV / 60 kV
Prąd znamionowy ciągły :	
Szyn zbiorczych i pól liniowych	630A,
Pola transformatorowego	63A,
Prąd znamionowy 1-sek. szyn zbiorczych i pól liniowych	16 kA
Stopień ochrony – od strony obsługi	IP3X, IP4X

Podstawowe dane techniczne dla strony nN

Napięcie znamionowe	420 V
Napięcie znamionowe izolacji	690 V
Prąd znamionowy ciągły :	
Szyn zbiorczych i pola transformatorowego	2000 A,
Odpływów	wg schematu
Prąd znamionowy 1-sek. obwodu głównego	16 kA, 20kA,
Prąd znamionowy szczytowy obwodu głównego	32 kA, 50kA,
Stopień ochrony – od strony obsługi	IP2X

Układ funkcjonalny stacji:

Stacja składa się z czterech bloków funkcjonalnych umieszczonych w obudowie betonowej:

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 9
------------------------	----------------	----------

- rozdzielnicę średniego napięcia;
- rozdzielnicę niskiego napięcia;
- dwóch stanowisk transformatorowych.

Na ścianie frontowej stacji usytuowane są trzy drzwi. Jedne drzwi z dostępem do rozdzielnic SN oraz rozdzielnic nN, dwoje drzwi stanowią wejścia do komór transformatorowych. Część eksploatacyjna SN i nN oddzielona jest od komór transformatorowych przegrodami siatkowymi.

Potrzeby własne:

Pole potrzeb własnych przeznaczone jest do zasilania obwodów oświetleniowych stacji oraz gniazda wtykowego. Załączanie oświetlenia dokonuje się wyłącznikiem umieszczonym przy drzwiach wejściowych. Przy drzwiach znajduje się dodatkowo gniazdo wtykowe 230 V, 10 A.

Uszczelnienie przepustów kablowych:

Kable przy wprowadzeniu do stacji transformatorowej powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniami, a miejsca wprowadzenia kabli do otworów w fundamencie stacji powinny być uszczelnione.

Rozwiązania oprócz funkcjonalności zapewniają wodo- i gazoszczelność, odporność na zmienne warunki atmosferyczne, odporność na agresywność chemiczną gruntu.

Przepusty typu PKL produkcji Elektromontaż Lublin Sp. z o.o. wykonywane są z dwóch tarcz metalowych, okrągłych z otworami przez które przechodzi kabel. Między tarczami znajduje się wkład gumowy uszczelniający. Tarcze metalowe skręcane na obwodzie śrubami powodują ściśnięcie gumy a tym samym uszczelnienie kabla oraz uszczelnienie przepustu względem ścianek betonu.

Rodzaje przepustów:

- Przepusty Φ 170 mm dla kabli SN z trzema otworami,
- Przepusty Φ 125 mm dla kabli nn z jednym otworem.

Wskazane jest aby procesu uszczelniania tzn. skręcania dokonywać wewnątrz fundamentu.

Dobór i wykonanie uziemienia:

Stacja jest fabrycznie wyposażona we wszystkie połączenia ochronne i uziemiające wewnętrzne. W czasie montażu stacji należy jedynie połączyć stację na zewnątrz do uziomu otokowego poprzez zaciski uziemiające stacji.

Obsługa urządzeń w stacji:

Stacja transformatorowa STLmb-8x3 jest stacją wolnostojącą w obudowie żelbetowej z wewnętrznym korytarzem obsługi. Wszystkie metalowe konstrukcje wsporcze aparatów stacji są uziemione. Przy wykonywaniu czynności łączeniowych należy ściśle przestrzegać przepisów BHP oraz wskazówek podanych w niniejszym opracowaniu.

UWAGA ! Zabrania się:

1. Pozostawiania otwartych drzwi zewnętrznych stacji podczas jej pracy.
2. Demontowania połączeń ochronnych.
3. Naprawy części (wszystkie zużyte elementy należy wymienić na nowe).
4. Dokonywania jakichkolwiek przeróbek stacji.

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 10
------------------------	----------------	-----------

5. Pozostawiania otwartych drzwi lub osłon rozdzielnic SN podczas ich pracy.
6. Demontowania elementów stacji i wyposażenia podczas jej pracy.

8. Złącza kablowe

Złącze kablowe przy budynku LAŚ (ZK-LAŚ)

Na elewacji północnej budynku Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej projektuje się złącze kablowe z rozłącznikami bezpieczeństwa dla projektowanych obwodów zasilających. Złącze kablowe projektuje się jako wolnostojące do montażu na fundamentach wraz z cokołem 10 cm.

Złącze kablowe rozłącznikowe powinno spełniać następujące parametry techniczne:

- Zewnętrzne, wolnostojące na fundamencie betonowym
- Materiał: blacha stalowa / aluminium
- **kolor obudowy: (RAL) 7010**
- Znamionowe napięcie izolacji: 500 V
- Częstotliwość znamionowa: 50 Hz
- Znamionowe napięcie pracy: 400/230 V
- Temperatura pracy: od -25° C do + 40°C
- I klasa ochronności izolacji
- Drzwi: pełne jednostronne / dwustronne
- Stopień ochrony obudowy zestawu: IP54
- Stopień ochrony obudowy zestawu przed zewnętrznymi uderzeniami mechanicznymi: IK 10
- Obudowa powinna być wykonana w sposób uniemożliwiający dostęp dla osób nieupoważnionych
- Wymiary: 3600x1600x665 mm (Sz x W x G)

Złącze kablowe przy budynku Komory Termoklimatycznej (ZK-KT)

Na ścianie wschodniej pomieszczenia na zbiornik w budynku Komory Termoklimatycznej projektuje się złącze kablowe z rozłącznikiem bezpieczeństwa dla projektowanego obwodu zasilającego. Złącze kablowe projektuje się jako wolnostojące do montażu na fundamencie.

Złącze powinno spełniać następujące parametry techniczne:

- Znamionowe napięcie izolacji: 500 V
- Częstotliwość znamionowa: 50 Hz
- Znamionowe napięcie pracy: 400/230 V
- Temperatura pracy: od -25° C do + 40°C
- Liczba faz: 3
- Znamionowy prąd ciągły szyn – min. 400 A.
- II klasa ochronności izolacji
- Stopień ochrony obudowy: IP44
- Stopień ochrony: nie mniejszy niż IP 2X
- Stopień ochrony obudowy zestawu przed zewnętrznymi uderzeniami mechanicznymi: IK 10
- Obudowa powinna być wykonana w sposób uniemożliwiający dostęp dla osób nieupoważnionych
- Wymiary: 720x950x400 mm (Sz x W x G)

9. Roboty kablowe ziemne

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 11
------------------------	----------------	-----------

Zastosowano kabel energetyczny aluminiowy usieciowiony o izolacji w powłoce polwinitowej typu YAKXs. Najmniejszy dopuszczalny promień gięcia kabla określono jako 15-krotność zewnętrznej średnicy kabla.

Kabel układany będzie w ziemi zgodnie z zaznaczoną trasą na projekcie zagospodarowaniu terenu. Typy kabli i ich ułożenia oraz typy przepustów i osłon oraz miejsca ich stosowania, pokazano na rysunkach.

Układanie kabli elektroenergetycznych niskiego napięcia (nN) w ziemi

Projektowane kable elektroenergetyczne niskiego napięcia (nN) należy układać w ziemi na głębokości min. 70 cm (mierzone od powierzchni terenu do górnej powierzchni kabla / rury osłonowej) w rowie kablowym na podsypce piaskowej grubości 10 cm z przykryciem 10 cm warstwą piasku (bez kamienia i żadnych zanieczyszczeń obcych). Na warstwę zewnętrzną piasku nasypać warstwę gruntu rodzimego o grubości co najmniej 15 cm, a następnie przykryć folią PCW koloru niebieskiego. Odległość folii od kabla powinna wynosić co najmniej 25 cm i nie więcej niż 35 cm. Krawędzie folii powinny wystawać co najmniej 5 cm poza krawędź zewnętrzną ułożonych kabli. Następnie zasypać wykop gruntem rodzimym. Kabel układać w rowie faliście z zapasem 3% długości wykopu, wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Po wykonaniu prac należy doprowadzić powierzchnię do stanu pierwotnego.

Rury osłonowe

W miejscach, w których w trakcie użytkowania kabli mogą wystąpić naprężenia mechaniczne (np. naprężenia transportowe) należy chronić rurami wysokociśnieniowymi osłonowymi wykonanymi z polietylenu o wysokiej gęstości lub z polipropylenu o średnicy 110 / 160 mm, koloru niebieskiego (np. DVR).

W miejscach skrzyżowań i zbliżeń projektowanego kabla z istniejącym lub projektowanym uzbrojeniem podziemnym terenu należy chronić rurami osłonowymi o średnicy 110 / 160 mm, koloru niebieskiego.

Końce osłony rurowej należy zabezpieczyć przed możliwością przedostania się do jej środka elementów gruntu (ochrona przed zamuleniem) np. systemem uszczelnień GABO. Odległości pionowe pomiędzy projektowanymi kablami a innym uzbrojeniem terenu powinny być zgodne z normą N SEP-E-004. W przypadku braku możliwości zachowania powyższych odległości kabel w miejscach skrzyżowań prowadzić w osłonach z rur ułożonych na całej długości skrzyżowania plus co najmniej 50 cm obie strony.

Przepusty kablów ziemne

W miejscu występowania kostki granitowej projektuje się ułożenie kabli elektroenergetycznych metodą bezrozkopową tj. przewiertem sterowanym.

Rury użyte do wykonania przepustów powinny być wytrzymałe na działające na nie obciążenia transportowe (wykonane z polietylenu o wysokiej gęstości (PEHD) lub z polipropylenu (PP)) o średnicy 110 / 160 mm, koloru czarnego (np. RHDPEp).

Końce osłony rurowej należy zabezpieczyć przed możliwością przedostania się do jej środka elementów gruntu (ochrona przed zamuleniem) np. systemem uszczelnień GABO. Powierzchnia wewnętrznych ścianek rur osłonowych powinna być gładka lub powleczone warstwą poślizgową dla ułatwienia przesuwania się kabli.

Zalecenia dla wykonawcy

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 12
------------------------	----------------	-----------

Przed przystąpieniem do prac wykonawca w porozumieniu z inwestorem ustali warunki prowadzenia robót.

1. Wszystkie otwory kanalizacji należy uszczelnić.
2. Przed przystąpieniem do robót ziemnych należy szczegółowo zapoznać się z usytuowaniem urządzeń poziomych wykazanych na zatwierdzonych przez ZUDP podkładach geodezyjnych oraz zaleceniami protokołu.
3. W czasie prowadzenia robót ziemnych należy zachować ostrożność ze względu na możliwości napotkania nie zinwentaryzowanego urządzeń podziemnych.
4. Wszystkie skrzyżowania z obiektami podziemnymi należy zgłosić do odbioru właścicielom i potwierdzić fakt odbioru wpisem do dziennika budowy lub oddzielnym protokołem.
5. Zmiany wynikłe w czasie wykonawstwa konsultować z użytkownikiem i inspektorem nadzoru oraz projektantem.
6. W czasie wykonawstwa robót przestrzegać zasad i norm obowiązujących w budownictwie łączności a w szczególności przestrzegać przepisów BHP dla tego typu robót.
7. Skrzyżowania projektowanych urządzeń teletechnicznych z istniejącymi kablami energetycznymi, wykonać zgodnie z normą N SEP E-004. W przypadku odstępstw od obowiązujących odległości, na kabel energetyczny nałożyć rurę zgodnie z w/w normą. Przed przystąpieniem do zabezpieczeń kabli energetycznych powiadomić Zakład Energetyczny a prace prowadzić po wyłączeniu kabli energetycznych z pod napięcia.
8. Roboty ulegające zakryciu należy zgłosić do zamierzenia geodezyjnego przed ich zasypaniem.

10. Skrzyżowania z istniejącym uzbrojeniem terenu

Projektowane linie kablowe krzyżują się z następującymi sieciami uzbrojenia terenu:

Uzbrojenie podziemne:	
sieć wodociągowa	sieć elektroenergetyczna SN
sieć kanalizacyjna	sieć ciepłownicza
sieć elektroenergetyczna nN	sieć telekomunikacyjna

Na całej długości linii kablowej projektuje się rury osłonowe.

11. Ochrona przeciwporażeniowa

Jako ochronę przed porażeniem dla urządzeń SN (15kV) przewiduje się uziemienie ochronne. Dla obwodów 0,4kV jako ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym zastosowano samoczynne wyłączenie napięcia zasilania w układzie sieciowym TN-C. Czas wyłączenia w sieci rozdzielczej nN nie może przekroczyć 5s. Skuteczność ochrony zgodną z normą PN-IEC-60364 zapewniają odpowiednie przekroje kabli zasilających, zabezpieczenia zwarciovowe.

Przed oddaniem instalacji do eksploatacji należy sprawdzić pomiarami skuteczność ochrony przeciwporażeniowej.

12. Ochrona przeciwprzepięciowa

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 13
------------------------	----------------	-----------

Budynek stacji transformatorowej nie będzie chroniony od bezpośrednich wyładowań atmosferycznych.

13. Sprzęt BHP i PPOŻ.

Stacje wyposażać w kompletny system sprzętu ochronnego i PPOŻ. według obowiązujących przepisów.

14. Uwagi końcowe

- Rysunki i część opisowa są dokumentacjami wzajemnie uzupełniającymi się. Wszystkie elementy ujęte w części opisowej, a nie pokazane na rysunkach oraz pokazane na rysunkach a nie ujęte w części opisowej winny być traktowane jakby były ujęte w obu.
- Za kompletne opracowanie należy przyjąć wszystko co zostało narysowane, opisane oraz nieujęte, a konieczne do prawidłowego wykonania instalacji oraz prawidłowego funkcjonowania obiektu.
- W instalacji należy zastosować urządzenia posiadające aktualne dokumenty dopuszczające do stosowania ich na terenie kraju.
- Roboty montażowe wykonać zgodnie z uzgodnionym przez ZUDP oraz projektem zagospodarowania terenu,
- Wytyczenie oraz inwentaryzację powykonawczą powierzyć właściwej jednostce geodezyjnej.
- Po wykonaniu instalacji elektrycznej należy wykonać pomiary kontrolne, a wyniki pomiarów winny być przedstawione w formie protokołów.
- Po zakończeniu robót, teren doprowadzić do stanu pierwotnego.
- Całość prac wykonać w sposób staranny i estetyczny, zgodnie z niniejszym opracowaniem oraz zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami, zarządzeniami, standardami, przepisami BHP oraz sztuką budowlaną.

15. Podstawowe normy i przepisy związane

9. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane – (Dz.U. 1994 Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami),
10. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wraz z nowelizacją z dnia 12 marca 2009 r. (Dz.U nr 56, poz. 461 z późn. zmianami)
11. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne – (Dz.U. 1997 Nr 54 poz. 348 z późniejszymi zmianami)
12. Norma SEP N SEP-E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia
13. Norma SEP N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa
14. PN-EN 62271-1:2009+A1:2011 Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 1: Postanowienia wspólne
15. PN-EN 62271-202:2014-12 Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 202: Stacje transformatorowe prefabrykowane wysokiego napięcia na niskie napięcie
16. PN-EN 62271-200:2012 Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 200: Rozdzielnice prądu przemiennego w osłonach metalowych na napięcie znamionowe powyżej 1kV do 52kV włącznie
17. PN-EN 61439-1:2011 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1 Postanowienia ogólne
18. PN-EN 206:2014-04 Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 14
------------------------	----------------	-----------

16. Obliczenia techniczne

16.1. Bilans mocy

Moc urządzeń elektrycznych użytkowanych w budynku charakteryzują dwie podstawowe wielkości:

- moc zainstalowana P_i , która jest sumą mocy odbiorników zainstalowanych na stałe jak i przenośnych,
- moc obliczeniowa (szczytowa) P_{obl} , którą oblicza się stosując współczynniki jednoczesności oraz zapotrzebowania załączania poszczególnych odbiorników.

Moc obliczeniowa jest mniejsza od mocy zainstalowanej. Wielkość tą przyjmuje się do celów projektowania instalacji.

Tab.1. Bilans mocy – Stacja transformatorowa TR1

Lp.	Ozn.	Wyszczególnienie obwodów	Miejsce zasilania	Parametry energetyczne								
				Moc zainstalo	Ilość faz	Wsp. zapotrz.	Wsp. jednocz.	Wsp. Mocy	Moc obliczen	Moc bierna	Moc pozorna	Prąd obliczenio
				P_i					P obl.	Q	S	I_b
				[kW]					[kW]	[kVar]	[kVA]	[A]
1.	RGnN PPOŻ	Obwody pożarowe budynku LAŚ	ST/TR1/1	8,00	3	1,00	1,00	0,93	8,0	3,2	8,6	12,42
2.	RGnN	Rozdzielnica główna budynku LAŚ	ST/TR1/2	211,20	3	0,56	1,00	0,93	118,3	46,7	127,2	183,56
3.	A1	Agregat chłodniczy A1, LAŚ	ST/TR1/3	360,00	3	0,80	1,00	0,88	288,0	155,4	327,3	472,38
4.	A2	Agregat chłodniczy A2, LAŚ	ST/TR1/4	288,00	3	0,80	1,00	0,87	230,4	130,6	264,8	382,25
5.	ZK-KT	Projektowane złącze kablowe, budynek Komory Termoklimatycznej	ST/TR1/7	150,00	3	1,00	1,00	0,93	150,0	59,3	161,3	232,80
6.	ZKR	Istniejące złącze kablowe ZKR, budynek Komory Termoklimatycznej	ST/TR1/8	255,00	3	1,00	1,00	0,93	255,0	100,8	274,2	395,76
		Kabel zasilający	ST/TR1	1272,2	3	0,825	0,80	0,90	839,7	396,8	928,8	1340,56

Tab.2. Bilans mocy – Stacja transformatorowa TR2

Lp.	Ozn.	Wyszczególnienie obwodów	Miejsce zasilania	Parametry energetyczne								
				Moc zainstalo	Ilość faz	Wsp. zapotrz.	Wsp. jednocz.	Wsp. Mocy	Moc obliczen	Moc bierna	Moc pozorna	Prąd obliczenio
				P_i					P obl.	Q	S	I_b
				[kW]					[kW]	[kVar]	[kVA]	[A]
1.	TA1	Tunel aerodynamiczny 1	ST/TR2/1	697,00	3	1,00	1,00	0,94	697,0	253,0	741,5	1070,25
2.	TA2	Tunel aerodynamiczny 2	ST/TR2/2	884,00	3	1,00	1,00	0,94	884,0	320,8	940,4	1357,39
		Kabel zasilający	ST/TR2	1581,0	3	1,000	0,56	0,94	885,4	321,3	941,9	1359,48

UWAGA: 1. Nie dopuszcza się jednoczesnej pracy dwóch tuneli aerodynamicznych (TA1, TA2)

16.2. Dobór przekroju kabli i przewodów

Przewody w sieciach i instalacjach elektrycznych nN dobiera się na następujące warunki:

- g) wytrzymałość mechaniczną,
- h) obciążalność długotrwałą i przeciążalność,
- i) spadek napięcia,
- j) warunki zwarciovowe,

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 15
------------------------	----------------	-----------

- k) samoczynne wyłączenie dla celów ochrony przeciwporażeniowej.

Dobór przekroju kabli i przewodów w oparciu o kryteria obciążalności długotrwałej – sprawdzenie zabezpieczenia przewodów przed skutkami przeciążeń.

Warunki prawidłowego zabezpieczenia kabli przed skutkami przeciążeń:

$$19. I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$20. \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45} \leq I_z$$

gdzie:

I_B – obliczeniowy prąd obciążenia przewodu lub kabla [A]

I_n – prąd znamionowy lub prąd nastawienia zabezpieczenia [A]

I_z – obciążalność długotrwała kabla z uwzględnieniem odpowiednich współczynników poprawkowych,

I_2 – prąd zadziałania zabezpieczenia ($I_2 = k_2 \times I_n$) [A]

k_2 – współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w określonym umownym czasie

Zestawienie - Stacja transformatorowa TR1

Lp.	Ozn.	Wyszczególnienie obwodów	Nr obwodu	Parametry zabezpieczenia			
				Prąd obciążenia przewodu	Prąd znamionowy zabezp.	Współczynnik krotności zadziałania	Prąd zadziałania urz. zab.
				I_{obc} [A]	I_n [A]	k_2 [-]	I_2 [A]
1.	RGnN PPOŻ	Obwody pożarowe budynku LAŚ	ST/TR1/1 / RGnN PPOŻ	12,42	20	1,6	32,0
2.	RGnN	Rozdzielnica główna budynku LAŚ	ST/TR1/2 / RGnN	183,56	224	1,6	358,4
3.	A1	Agregat chłodniczy A1, LAŚ	ST/TR1/3 / A1	590,47	630	1,6	1008,0
4.	A2	Agregat chłodniczy A2, LAŚ	ST/TR1/4 / A2	477,81	500	1,6	800,0
5.	ZK-KT	Projektowane złącze kablowe, budynek Komory Termoklimatycznej	ST/TR1/7 / ZK-KT	232,80	250	1,6	400,0
6.	ZKR	Istniejące złącze kablowe ZKR, budynek Komory Termoklimatycznej	ST/TR1/8 / ZKR	395,76	400	1,6	640,0

		Parametry przewodu							Spadek napięcia	
Lp.	Ozn.	Ilość przew.	Typ przewodu		Prąd długotr. dopuszcz.	Sposób ułożenia	Współczynnik temperatury	Współczynnik korygujący		Prąd długotr. dopuszcz.
						[mm ²]	[A]			[-]
1.	RGnN PPOŻ	1x	Bitflame® 1000C	4x 16	169	D	1,00	1,00	169,00	0,29
2.	RGnN	1x	YAKXs	4x 240	272	D	1,18	0,85	272,82	0,56
3.	A1	3x	YAKXs	4x 240	272	D	1,18	0,85	818,45	0,61
4.	A2	3x	YAKXs	4x 240	272	D	1,18	0,85	818,45	0,50
5.	ZK-KT	1x	YAKXs	4x 240	272	D	1,18	0,95	304,91	1,42
6.	ZKR	2x	YAKXs	4x 240	272	D	1,18	0,95	609,82	0,97

Dopuszczalne obciążenie przewodu I _{dd}						
Lp.	Ozn.	Prąd obciążenia przewodu	Prąd znamionowy zabezpie.	Prąd długotr. dopuszcz. kor	warunek 1	warunek 2
		I _{obc}	I _n	I _{dd'}		
		[A]	[A]	[A]		
1.	RGnN PPOŻ	12,42	20	169,00	OK.	OK.
2.	RGnN	183,56	224	272,82	OK.	OK.
3.	A1	590,47	630	818,45	OK.	OK.
4.	A2	477,81	500	818,45	OK.	OK.
5.	ZK-KT	232,80	250	304,91	OK.	OK.
6.	ZKR	395,76	400	609,82	OK.	OK.

Zestawienie - Stacja transformatorowa TR2

				Parametry zabezpieczenia			
Lp.	Ozn.	Wyszczególnienie obwodów	Nr obwodu	Prąd obciążenia przewodu	Prąd znamionowy zabezpie.	Współczynnik krotności zadziałania	Prąd zadziałania urz. zab.
				I _{obc}	I _n	k ₂	I ₂
				[A]	[A]	[-]	[A]
1.	TA1	Tunel aerodynamiczny 1	ST/TR2/1 / TA1	1070,25	1250	1,45	1812,5
2.	TA2	Tunel aerodynamiczny 2	ST/TR2/2 / TA2	1357,39	1600	1,45	2320,0

Lp.	Ozn.	Wyszczególnienie obwodów	Ilość przew.	Parametry przewodu							Spadek napięcia
				Typ przewodu		Prąd długotr. dopuszcz.	Sposób ułożenia	Wsp. temperatury	Wsp. korygujący	Prąd długotr. dopuszcz.	
				Ozn.	przekrój	I _{dd}	Wg norm	K _t	K _g	I _{dd'}	
					[mm ²]	[A]		[-]	[-]	[A]	dU [%]
1.	TA1	Tunel aerodynamiczny 1	5x	YAKXs 4x 240		272	D	1,18	0,85	1364,08	0,71
2.	TA2	Tunel aerodynamiczny 2	6x	YAKXs 4x 240		272	D	1,18	0,85	1636,90	0,75

Lp.	Ozn.	Wyszczególnienie obwodów	Dopuszczalne obciążenie przewodu I _{dd}				
			Prąd obciążenia przewodu	Prąd znamionowy zabezp.	Prąd długotr. dopuszcz. kor	warunek 1	warunek 2
			I _{obc}	I _n	I _{dd'}		
			[A]	[A]	[A]		
1.	TA1	Tunel aerodynamiczny 1	1070,25	1250	1364,08	OK.	OK.
2.	TA2	Tunel aerodynamiczny 2	1357,39	1600	1636,90	OK.	OK.

16.3. Dobór jednostki transformatorowej

Z projektowanej stacji transformatorowej przewiduje się zasilić istniejący budynek Komory Termoklimatycznej oraz projektowany budynek Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej. Zgodnie z bilansem mocy instalacji wewnętrznej moc szczytowa szacowana jest na:

$$P_{oTR1} = 840 \text{ kW}$$

$$S_{oTR1} = 929 \text{ kVA} \text{ przy współczynniku mocy } \cos(\varphi) = 0,90$$

$$P_{oTR2} = 884 \text{ kW}$$

$$S_{oTR2} = 942 \text{ kVA} \text{ przy współczynniku mocy } \cos(\varphi) = 0,94$$

Przyjmuje się dwa transformatory o mocy: $S_n = 10000 \text{ kVA}$.

Dobiera się **transformator suchy żywiczny o mocy 1000 kVA**.

Parametry techniczne transformatora:

Moc znamionowa:	1000kVA
Częstotliwość:	50Hz
Znamionowe napięcie górne:	15,0 - 15,75 kV
Znamionowe napięcie dolne:	0,4 - 0,42 kV
Napięcie zwarcia:	6%
Poziom znamionowy izolacji:	17,5 kV

16.4. Dobór zabezpieczenia transformatora po stronie SN

Założenia:

- moc transformatora: $S=1000\text{kVA}$
- napięcie znamionowe fazowe [V] $U_N = 15\text{kV}$

$$I_{obc} = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot U_N} = \frac{1000 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 10^3} = 38,5\text{A}$$

$$I_b \geq 1,5 \cdot I_{obc} = 57,75\text{A}$$

$$I_b = 63\text{A}$$

Dobrano wkładki bezpiecznikowe HH2 - 63A. Przewiduje się maksymalne obciążenie długotrwale – 150%.

16.5. Ochrona przeciwporażeniowa - wyznaczenie uziemienia stacji transformatorowej

Dobór środków ochrony przed porażeniem dla stacji transformatorowych SN/nN musi być wykonywany z uwzględnieniem dwóch przypadków:

- ze względu na napięcie rażeniowe na stacji i w jej otoczeniu,
- ze względu na napięcia wynoszone do sieci nN przy połączeniu uziemienia ochronnego urządzeń SN i uziemienia roboczego sieci nN.

Dla stacji transformatorowej SN/nN projektuje się wykonanie instalacji uziemiającej.

Dobór środków ochrony przed porażeniem dla stacji WN i SN/nN ze względu na napięcie rażeniowe na stacji i w jej otoczeniu

Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej przy dotyku pośrednim będzie zachowana, jeśli będzie spełniona zależność:

$$R_E \leq \frac{2 \cdot U_{Tp}}{I_E}$$

gdzie:

$I_E = 100\text{A}$ – prąd zwarcia doziemnego [A]

$t_F = 0,4\text{s}$ - czas przepływu prądu rażeniowego [s]

U_{Tp} – maksymalne dopuszczalne napięcie dotykowe rażeniowe, zależne od czasu trwania zwarcia t_F

$$U_{Tp}(t_F = 0.4\text{s}) = 280\text{V}$$

$$R_E \leq \frac{2 \cdot 280}{100\text{A}} \quad R_E \leq 5,60\Omega$$

Dobór środków ochrony przed porażeniem dla stacji SN/nN ze względu na napięcia wynoszone do sieci nN

W stacji transformatorowej SN/nN w której połączono uziemienie ochronne urządzeń SN oraz uziemienie punktu neutralnego sieci nN muszą zostać spełnione następujące wymagania:

1. zapewnienie właściwych potencjałów w sieci nN podczas doziemienia po stronie SN stacji,
2. ograniczenie do wartości dopuszczalnych napięć rażeniowych pojawiających się podczas zwarć doziemnych w sieci niskiego napięcia,
3. maksymalne zbliżenie potencjału przewodów ochronnych do potencjału ziemi oraz zapewnienie działania środkom dodatkowej ochrony przed porażeniem przy uszkodzeniu przewodu PEN (PE),
4. współpraca z ochroną odgromową stacji,
5. zapewnienie właściwych wartości napięć rażeniowych wokół stacji,

Poniżej wyznaczono rezystencję uziomu stacji dla pierwszego (najbardziej niekorzystnego) z powyższych warunków.

Wypadkową rezystancję wspólnego uziemienia ochronno-roboczego R_B w stacji wyznacza się z następujących zależności:

$$R_B \leq \frac{U_F}{I_E}$$

gdzie:

$I_E = 100A$ – prąd uziomowy [A]

$t_F = 0,4s$ - czas przepływu prądu rażeniowego [s]

U_F – napięcie zakłócenia dla czasu t_F przepływu prądu jednofazowego zwarcia doziemnego

$$U_F(t_F = 0.4s) = 205V$$

$$R_B \leq \frac{205}{100} = 2,05\Omega$$

16.6. Obliczenia rezystancji uziemienia stacji transformatorowej

Zaprojektowano uziom stacji transformatorowej jako poziomy R1 (otokowy) + pionowy R2 (uziom prętowy).

Pomiar rezystywności gruntu

Pomiar rezystywności gruntu wykonano metodą 4-przewodową (Wennera).

- Data wykonania pomiaru: 20.11.2019r
- Temperatura: +13 st.C, wilgotność duża
- Rodzaj gruntu: glina średnia pylasta
- Typ miernika: SONEL MRU 200, nr seryjny 1170376
- Zmierzona rezystywność gruntu: 185,5 ohm*m

Uziom poziomy taśmowy bednarka Fe/Zn 40x5 mm – rezystancja R1

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 20
------------------------	----------------	-----------

- średnica uziomu $d = 0,018$ m
- uziom należy ułożyć na głębokości $h=0,9$ m
- długość bednarki $l=80$ mb

$$R1 = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{l^2}{dh}$$

$$R1 = \frac{185,5}{2 \cdot \pi \cdot 80} \ln \frac{80^2}{0,018 \cdot 0,9} = 4,72 \Omega$$

Uziom pionowy pojedynczy Φ 18 długość 6m – rezystancja R2

- średnica uziomu $d = 0,018$ m
- uziom należy ułożyć na głębokości $h=0,8$ m

$$R2 = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$$

$$R2 = \frac{185,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 6} \ln \frac{4 \cdot 6}{0,018} = 35,41 \Omega$$

Projektuje się 12 prętów pionowych „Galmar”.

$$R2_w = 35,41 \Omega / 12 = 2,95 \Omega$$

Rezystancja uziomu złożonego R_w

Obliczoną oporność należy pomnożyć przez współczynnik poprawkowy $k=1,2$ (uziom pionowy $L>5$, stan gruntu wilgotny)

$$R_w = 1,82 \Omega$$

UWAGA: Wszystkie łączenia należy zabezpieczyć masą asfaltową lub owinać taśmą DENSO.

16.7. Dobór przekładników prądowych

Przewidziano układy pomiarowe na wszystkich obwodach zasilających (układy półpośrednie). Na podstawie poniższych obliczeń dokonano doboru parametrów przekładników prądowych.

Założenia:

- Moc czynna obciążenia obwodu TR1/2: $P=119$ kW, $I_b=184$ A
- Moc czynna obciążenia obwodu TR1/3: $P=360$ kW, $I_b=591$ A
- Moc czynna obciążenia obwodu TR1/4: $P=288$ kW, $I_b=478$ A
- Moc czynna obciążenia obwodu TR1/7: $P=150$ kW, $I_b=233$ A
- Moc czynna obciążenia obwodu TR1/8: $P=255$ kW, $I_b=396$ A
- Moc czynna obciążenia obwodu TR2/1: $P=697$ kW, $I_b=1071$ A
- Moc czynna obciążenia obwodu TR2/2: $P=884$ kW, $I_b=1358$ A
- Napięcie fazowe: $U_n=400$ V
- Współczynnik mocy: $\cos \Phi = 0,93$

Dla obwodu TR1/2 dobiera się przekładniki prądowe: **200/5A, kl. 0.5, S = 5VA, FS5.**

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 21
------------------------	----------------	-----------

Dla obwodu TR1/3 dobiera się przekładniki prądowe: **600/5A, kl. 0.5, S = 5VA, FS5.**

Dla obwodu TR1/4 dobiera się przekładniki prądowe: **500/5A, kl. 0.5, S = 5VA, FS5.**

Dla obwodu TR1/7 dobiera się przekładniki prądowe: **250/5A, kl. 0.5, S = 5VA, FS5.**

Dla obwodu TR1/8 dobiera się przekładniki prądowe: **400/5A, kl. 0.5, S = 5VA, FS5.**

Dla obwodu TR2/1 dobiera się przekładniki prądowe: **1200/5A, kl. 0.5, S = 5VA, FS5.**

Dla obwodu TR2/1 dobiera się przekładniki prądowe: **1500/5A, kl. 0.5, S = 5VA, FS5.**

Dobór znamionowego prądu pierwotnego przekładnika prądowego

Ze względu na zależność błędów pomiarowych przekładnika w funkcji prądu, prąd pierwotny przekładnika powinien zawierać się w przedziale określonym następującą zależnością :

$$0,2 I_{1n} < I_{1b} < 1,2 I_{1n}$$

gdzie :

I_{1n} - prąd znamionowy przekładnika po stronie pierwotnej

I_{1b} - maksymalny obliczeniowy prąd obciążeniowy po stronie pierwotnej

Sprawdzenie:

$$0,2 \cdot 150 < 119,5 < 1,2 \cdot 150$$

$$30 < 119,5 < 180$$

warunek spełniony

Dobór znamionowego prądu wtórnego przekładnika prądowego

Prąd wtórny przekładnika powinien zawierać się w przedziale określonym następującą zależnością:

$$I_{2b} \leq I_{2n}$$

gdzie:

I_{2n} - prąd znamionowy przekładnika po stronie wtórnej

I_{2b} - maksymalny obliczeniowy prąd obciążeniowy po stronie wtórnej

Odległość przekładników prądowych od tablicy licznikowej wynosi około 0,5m. Dobrano przekładniki o znamionowym prądzie wtórnym $I_{2n} = 5A$.

$$I_{2b} = \frac{I_{1b}}{\left(\frac{I_{1n}}{I_{2n}} \right)} = \frac{119,5}{\left(\frac{150}{5} \right)} = 3,98A < 5A$$

warunek spełniony

Dobór obciążenia strony wtórnej przekładnika prądowego

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części: III	Strona 22
------------------------	----------------	-----------

Założenia:

- Znamionowy prąd wtórny [A] $I_N=5A$,
- Długość przewodów: $l=2m$, $s=2,5 \text{ mm}^2$,
- Rezystancja zestyków $R_z=0,05\Omega$,
- Konduktywność przewodu, $\gamma_{Cu}=57 \text{ [m}/\Omega\text{mm}^2]$

- moc tracona na przewodach

$$R_p = \frac{2 \cdot l}{\gamma_{Cu} \cdot S} = \frac{2 \cdot 2}{57 \cdot 2,5} = 0,028\Omega$$

$$S_p = I_N^2 \cdot R_p = 5^2 \cdot 0,028 = 0,7VA$$

- moc tracona na zestykach:

$$S_{zest} = I_N^2 \cdot R_z = 5^2 \cdot 0,05 = 1,25VA$$

Ze względu na zachowanie klasy dokładności konieczne jest spełnienie następującego warunku obciążenia przekładnika:

$$0,25 S_n \leq S_{2obl} \leq S_n$$

gdzie :

S_n - moc znamionowa przekładnika prądowego

S_{2obl} - maksymalna obliczeniowa moc obciążenia przekładnika

$$S_{2obl} = S_L + S_{zest} + S_p$$

gdzie :

S_L - moc pobierana przez obwody prądowe licznika $=0,125 \text{ VA}$

S_{zest} - moc tracona na zestykach

S_p - moc tracona na przewodach

wobec tego:

$$S_{2obl} = 0,125 + 1,2 + 0,7 = 2,025 \text{ VA}$$

Sprawdzenie :

$$0,25 S_n \leq S_{2obl} \leq S_n$$

$$0,75 \leq 2,025 \leq 5$$

warunek spełniony

17. Trasy kablowe

Trasy kablowe - Transformator nr TR1

Lp.	Wyszczególnienie odbiornika	Nr obwodu	Typ kabla	R.O.	Trasa - od	Trasa - do	Dł. [m]
1.	Obwody pożarowe budynku LAŚ	ST/ / TR1 / 1	Bitflame® 1000C FE180/E90 4x25	TAK	ST/TR1	ZK-LAŚ	54

2.	Rozdzielnica główna budynku LAŚ	ST/ / TR1 / 2	4xYAKXs 240	TAK	ST/TR1	ZK-LAŚ	54
3.	Agregat chłodniczy A1	ST/ / TR1 / 3	3x(4xYAKXs 240)	TAK	ST/TR1	ZK-LAŚ	54
4.	Agregat chłodniczy A2	ST/ / TR1 / 4	3x(4xYAKXs 240)	TAK	ST/TR1	ZK-LAŚ	54
5.	Projektowane złącze kablowe, budynek Komory Termoklimatycznej	ST/ / TR1 / 7	4xYAKXs 240	TAK	ST/TR1	ZK-KT	89
6.	Istniejące złącze kablowe ZKR, budynek Komory Termoklimatycznej	ST/ / TR1 / 8	2x(4xYAKXs 240)	TAK	ST/TR1	ZKR	80

Trasy kablowe - Transformator nr TR2

Lp.	Wyszczególnienie odbiornika	Nr obwodu	Typ kabla	R.O.	Trasa - od	Trasa - do	Dł. [m]
1.	Tunel aerodynamiczny 1	ST/ TR2 / 1	5x(4xYAKXs 240)	TAK	ST/TR2	ZK-LAŚ	58
2.	Tunel aerodynamiczny 2	ST/ TR2 / 2	6x(4xYAKXs 240)	TAK	ST/TR2	ZK-LAŚ	58

DOKUMENTY FORMALNO - PRAWNE

INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Nr części:	V
------------------------	------------	----------

Projektant:
mgr inż. Piotr Piwowski
Grabie 67
32-052 Radziszów

Sprawdzający:
mgr inż. Grzegorz Gurdziel
Osieczany 502
32-400 Myślenice

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA I SPRAWDZAJĄCEGO

Niniejszym oświadczam, że projekt wykonawczy branży elektrycznej dla inwestycji:

Nazwa	Budowa kontenerowej stacji transformatorowej 15/0,4kV oraz przyłączy elektroenergetycznych do budynków Laboratorium Aerodynamiki Środowiskowej i Komory Termoklimatycznej stanowiących wewnętrzną instalację Politechniki Krakowskiej na terenie Kampusu Czyżyny przy al. Jana Pawła II 37 w Krakowie na działkach 21/276, 21/277 obr. 6 Nowa Huta
Lokalizacja	dz. nr 21/276, 21/277 obr. 6 Nowa Huta Kraków, al. Jana Pawła II 37
Inwestor	Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej, jest kompletny z punktu widzenia celu, któremu ma służyć i po uzyskaniu stosownych pozwoleń może być skierowany do realizacji.

.....
Piotr Piwowski

.....
Grzegorz Gurdziel



MOIIB.OKK.7131/35/03

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz. U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, z późn. zm.*), art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 i 2, art. 14 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 106 poz. 1126 z późn. zm.*), § 9 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 1995 r. Nr 8 poz. 38, z późn. zm.*) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.*)

Małopolska Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna stwierdza, że

Pan mgr inż. **Piotr Piwowski**
urodzony dnia 28.01.1976 r. w Krakowie
uzyskał

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0109/PWOE/04

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych.**

UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, uchwałą Nr 30 z dnia 3 czerwca 2004 r. stwierdziła, że Pan Piotr Piwowski posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w wyżej wymienionej specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane.

POUCZENIE

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. mgr inż. Stefan Popławski

2. dr inż. Janusz Cieśliński

3. dr inż. Jerzy Tworek

Przewodniczący
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

dr inż. Stanisław Karczmarczyk

Przewodniczący
Małopolskiej Okręgowej Izby
Inżynierów Budownictwa

dr inż. Zygmunt Rawicki

Otrzymują:

1. Pan Piotr Piwowski
ul. Batalionów Chłopskich 17
32-020 Wieliczka
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a



ZA ZGODNOŚĆ

Z ORYGINAŁEM



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-RHX-V5P-7NU *

Pan Piotr Piwowoński o numerze ewidencyjnym MAP/IE/0283/05

adres zamieszkania Grabie 67, 32-052 Radziszów

jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

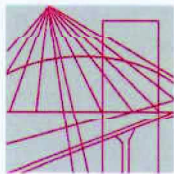
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2020-03-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-02-26 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



MAP OIIB/KK/0054-0057/13

DECYZJA

Na podstawie art.24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz. U. z 2013 r., poz. 932 z późn. zm.*), art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 oraz art. 13 ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2010 r. Nr 243 poz. 1623 z późn. zm.*), § 11 ust. 1 pkt 1, § 15 i § 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578 z późn. zm.*) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jednolity: Dz. U. z 2013r., poz. 267 z późn. zm.*).

Małopolska Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
stwierdza, że

Pan mgr inż. **Grzegorz Krystian Gurdziel**
urodzony dnia 29.02.1980 r. w Wodzisławiu
uzyskał

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0316/POOE/13

**do projektowania bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych.**

UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, stwierdziła, że Pan Grzegorz Gurdziel posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w wyżej wymienionej specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane. Szczegółowy zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

POUCZENIE

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Zygmunt Rawicki
2. Członek Składu Orzekającego
inż. Stanisław Chrobak
3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Ryszard Damijan







ZA ZGODNOŚĆ

Z ORYGINAŁEM



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-UAF-3B6-ZZC *

Pan Grzegorz Krystian Gurdziel o numerze ewidencyjnym MAP/IE/0098/14
adres zamieszkania Osieczany 502, 32-400 Myślenice
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2020-02-29.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-02-11 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.