

Zawartość opracowania:

1. Część ogólna
2. Opis techniczny
3. Obliczenia techniczne
4. Tabele obliczeń technicznych
5. Rysunki:

Nr E0	– PZT – Instalacje energetyczne – Sytuacja.
Nr E1	– Schemat ideowy rozdziału energii. Elewacja i aparatura. Rozdzielnia RG (parter).
Nr E2	– Instalacje elektryczne – rzut parteru.
Nr E3	– Instalacje elektryczne – rzut parteru.
Nr E4	– Instalacje elektryczne – rzut piętra.
Nr E5	– Instalacje elektryczne – rzut piętra.
Nr E6	– Instalacja odgromowa – rzut dachu.
Nr E7	– Schemat ideowy tablicy TP1 – poziom parter.
Nr E8	– Schemat ideowy tablicy TP2 – poziom parter.
Nr E9	– Schemat ideowy tablicy T1 – poziom piętro.
Nr E10	– Schemat ideowy tablicy T2 – poziom piętro.
Nr E11	– Schemat ideowy tablicy TH HALA – poziom parter.
Nr E12	– Schemat ideowy tablicy TW (wentylacja) – poziom dach.
Nr E13	– Schemat ideowy tablicy TWC (węzeł cieplny) – poziom parter.
Nr E14	– Schemat ideowy tablicy TB (bufet) – poziom parter.

1.0 Część ogólna.

1.1. Uwagi wstępne.

Opracowanie obejmuje projekt techniczno - wykonawczy instalacji elektrycznych dla budowy:
Wielofunkcyjnej hali sportowo-widowskowej na terenie OSiR "Skałka" w Świętochłowicach.

Inwestor : Gmina Świętochłowice; ul. Katowicka 54; 41-600 Świętochłowice.

1.2. Podstawa opracowania.

1. Zlecenie i uzgodnienia z Inwestorem.
2. Rysunki budowlane, dane branżowe .
3. Wizja lokalna.
4. Przepisy, normy i literatura techniczna.

1.3. Zakres opracowania.

1. Dane energetyczne.
2. Przyłącze energetyczne i kontenerowa, abonencka stacja transformatorowa.
3. Rozdzielnia główna RG, wewnętrzne linie zasilające i tablice rozdzielcze.
4. Bateria kondensatorów do poprawy współczynnika mocy.
5. Instalacja oświetlenia ogólnego.
6. Instalacja oświetlenia ewakuacyjnego i kierunkowego.
7. Instalacja gniazd 230V.
8. Instalacja gniazd komputerowych.
9. Instalacja siłowa.
10. Instalacja odgromowa i połączeń wyrównawczych.
11. Instalacja ochrony od porażeń.

12. Oświetlenie terenu

1.4. Dane energetyczne.

1. Zasilanie liniami kablowymi nN z projektowanej, abonenckiej stacji transformatorowej.
2. Pomiar energii elektrycznej pośredni, po stronie SN 15kV, w projektowanej stacji transformatorowej.
3. Moc przyłączeniowa RG wg WTP $P_p = 250,0\text{kW}$.
4. Dodatkowa ochrona od porażeń – zerowanie i wyłączniki przeciwporażeniowe różnicowoprądowe.
5. Układ pracy sieci niskiego napięcia - TN-C, a instalacji wewnętrznych TN-S.

Zerowanie – obecnie samoczynne wyłączenie zasilania przez zabezpieczenie przetężeniowe w sieci TN.

1.5. Uwagi do realizacji.

UWAGA!!

W OPISIE TECHNICZNYM ORAZ NA RYSUNKACH PRZYWOŁANO NAZWY WŁASNE PRODUCENTÓW KABLI, PRZEWODÓW, OPRAW OŚWIELENIOWYCH, ITP., KTÓRYCH DOBRANIE BYŁO KONIECZNE DO PRZEPROWADZENIA OBLICZEŃ TECHNICZNYCH, KOORDYNACJI MIĘDZYBRANŻOWEJ I OPRACOWANIA SZCZEGÓŁÓW PROJEKTU WYKONAWCZEGO.

DOPUSZCZA SIĘ ZASTOSOWANIE MATERIAŁÓW O PARAMETRACH RÓWNOWAŻNYCH, NIEGORSZYCH OD PODANYCH W PROJEKCIE. PARAMETRY TE PODANO W ZESTAWIENIU MATERIAŁÓW ORAZ NA RYSUNKACH.

W PRZYPADKU ZASTOSOWANIA PRZEZ WYKONAWCĘ INNYCH MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ NIŻ PODANE W PROJEKCIE, W ZAKRESIE WYKONAWCY JEST DOKONANIE OBLICZEŃ NATĘŻENIA OŚWIELEŃ, SPRAWDZENIE DOBORU KABLI I PRZEWODÓW.

BEZWZGLĘDNIE NALEŻY UZYSKAĆ AKCEPTACJĘ PROJEKTANTA NA WPROWADZANE ZMIANY MATERIAŁOWE.

UWAGA!!

W przypadku ścian i sufitów wykonanych z tzw. "betonu architektonicznego" poszczególne elementy instalacji elektrycznej należy wykonać w następujący sposób:

1. Łączniki i gniazda wtykowe 230V montować z użyciem adapterów natynkowych danego producenta osprzętu.
2. Instalację do gniazd wtykowych 230V montowanych na ścianach prowadzić od posadzki w rurkach ze stali nierdzewnej. Montaż gniazd na wysokości + 0,30m. Na słupach gniazda montować w układzie pionowym.
3. Instalację do łączników montowanych na ścianach prowadzić od sufitu w rurkach ze stali nierdzewnej. Montaż łączników na wysokości +1,4m.

BEZWZGLĘDNIE NALEŻY UZYSKAĆ AKCEPTACJĘ ARCHITEKTA NA ETAPIE REALIZACJI OBIEKTU.

2.0 Opis techniczny.

2.1 Przyłącze energetyczne i kontenerowa, abonencka stacja transformatorowa:

Przyłącze energetyczne.

Przyłącze kablowe energetyczne SN, od kablowego złącza ZKSN 15kV do projektowanej, kontenerowej, abonenckiej stacji transformatorowej – linią kablową typu 3x XUHAKXS 3x(1x120/25)mm² 12/20kV wg wytycznych TAURON DYSTRYBUCJA S.A. O/ Katowice.

Granica stron: zaciski prądowe głowicy kablowej w polu liniowym w złączu kablowym ZKSN 15kV w kierunku instalacji odbiorcy.

Projekt zasilania złącza oraz ZKSN 15kV po stronie TAURON DYSTRYBUCJA S.A. O/ Katowice.

Pomiar energii elektrycznej.

Pomiar energii elektrycznej po stronie SN 15kV w projektowanej, kontenerowej, abonenckiej stacji transformatorowej (wg odrębnego opracowania).

Moc przyłączeniowa obiektu.

Moc przyłączeniowa $P_p = 250,0\text{kW}$.

Dodatkowa ochrona od porażień.

Dodatkowa ochrona od porażenia prądem elektrycznym – zerowanie i wyłączniki przeciwporażeniowe, różnicowoprądowe.

Układ pracy sieci niskiego napięcia i instalacji wewnętrznych - TN.

Zerowanie – obecnie samoczynne wyłączenie zasilania przez zabezpieczenie przetężeniowe w sieci TN.

Kontenerowa, abonencka stacja transformatorowa.

2.2 Kontenerowa stacja transformatorowa typu MRw-bpp 20/630-3

wg opracowania ZPUE Włoszczowa.

CZĘŚĆ BUDOWLANA

1 Opis techniczny

1.1 Zastosowanie stacji

Przedmiotem niniejszego opracowania jest miejska stacja transformatorowa 20/0,4kV z transformatorem o mocy do 630 kVA, zbudowana jako budynek prefabrykowany, złożona z elementów żelbetowych.

Kontenerowa stacja transformatorowa typu MRw-bpp 20/630-3, jest przystosowana do współpracy z siecią kablową lub kablowo-napowietrzną średniego napięcia oraz siecią kablową niskiego napięcia. Służy do zasilania w energię elektryczną odbiorców użyteczności publicznej i przemysłowych.

1.2 Podstawa opracowania i normy

1. Przepisy Budowy Urządzeń Elektroenergetycznych – wydanie IV - aktualizowane stan prawny na 5.V.97 r.
2. Przepisy Eksploatacji Urządzeń Elektroenergetycznych – wydanie IV stan prawny na 30.VI.95 r.
3. PN-EN 60694: 2001 „Postanowienia wspólne dla norm na wysokonapięciową aparaturę rozdzielczą i sterowniczą.”;
4. PN-EN 60298: 2000 „Rozdzielnice prądu przemiennego w osłonach metalowych na napięcie 1kV do 52kV włącznie.”;
5. PN-EN 60439-1:2003 „Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu.”;
6. PN – EN 61330: 2001 „Prefabrykowane stacje transformatorowe wysokiego napięcia na niskie napięcie.”;
7. Rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 15 czerwca 2002 r. Nr 75, poz. 690).

Oznaczenie stacji:

Stacja została oznaczona za pomocą symboli literowo-cyfrowych:

Znaczenie poszczególnych symboli jest następujące:

- MRw – Miejska Małogabarytowa stacja transformatorowa z wewnętrznym korytarzem obsługi;
b – stacja betonowa;

- pp – stacja ze ścianami oddzielenia przeciwpożarowego;
- 20 – liczba stojąca za symbolem stacji oznaczająca znamionowe napięcie pracy;
- 630 – liczba stojąca za symbolem stacji oznaczająca maksymalną moc transformatora w kVA;
- 3 – liczba stojąca za symbolem stacji oznaczająca ilość pól rozdzielnic SN;

1.3 Warunki gruntowo-wodne

Posadowienie stacji bezpośrednio na podłożu gruntowym może być zastosowane pod warunkiem, że grunty są niespoiste i niewysadzinowe o stopniu zagęszczenia $ID \geq 0,4$, zalegające do głębokości minimum tyle, co strefa przemarzania gruntu dla terenu gdzie stacja będzie stała.

W przypadku posadowienia stacji w gruntach wysadzinowych, należy wymienić pod całą powierzchnią fundamentu grunt na piasek gruby o $I_D \geq 0,4$ na głębokość zależną od strefy przemarzania lub wykonać pod powierzchnią fundamentu płytę żelbetową.

W przypadku instalowania stacji w gruntach wilgotnych należy fundament dodatkowo zabezpieczyć papą termozgrzewalną i wokół stacji dodatkowo wykonać system sprawnie działających sączków odwadniających.

1.4 Posadowienie

Posadowienie stacji polega na wykonaniu w ziemi wykopu szerokoprzestrzennego. W wykopie należy ułożyć uziom otokowy i podłączyć do niego przewody uziemiające, które będą podłączone do stacji. Bednarke uziemiająca usytuować w odległości ok 1 m od ścian fundamentu poniżej poziomu drenażu i zasypać ją gruntem rodzimym.

Pod fundamentem należy wykonać podsypkę piaskowo-żwirową o docelowej grubości minimum 20 cm (stan po zagęszczeniu). Grubość „poduszki” piaskowo-żwirowej musi być dostosowana do lokalnych warunków gruntowo-wodnych i lokalnej strefy przemarzania. Powierzchnia podsypki piaskowo-żwirowej musi być wypoziomowana w płaszczyźnie posadowienia stacji, a jakość przygotowania podłoża w wykopie potwierdzona w protokole odbioru.

W tak przygotowanym miejscu należy ustawić misę fundamentową stacji. Na ściany misy fundamentowej stacji ułożyć pojedynczą warstwę taśmy uszczelniającej. Należy zwrócić uwagę, aby taśma uszczelniająca nie nakładała się na siebie, (aby nie była ułożona podwójnie). Podczas układania taśmy uszczelniającej, nie należy jej rozciągać, może to spowodować jej uszkodzenie lub deformację.

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

Obsypanie fundamentu wykonywać stopniowo, zagęszczanymi 20cm warstwami gruntu filtrującego. Należy zwrócić szczególną uwagę na zasypywanie wykopu w miejscu styku ze ścianą fundamentu, aby nie przerwać wykonanej hydroizolacji powierzchni pionowych. Zachować szczególną ostrożność w miejscu wprowadzenia kabli do przepustów, gdyż zagęszczanie mechaniczne może spowodować uszkodzenie przepustów lub kabli.

Ważne jest aby ściany misy fundamentowej wystawały nie mniej niż 10cm ponad poziom terenu wykończonego.

1.5 Budowa stacji

Stacja jest modułową prefabrykowaną konstrukcją składającą się z następujących elementów:

- obudowa betonowa stacji wraz z komorą transformatora,
- fundament betonowy prefabrykowany - kablownia,
- rozdzielnice SN i nN,
- dach płaski betonowy - zbrojony i wibrowany REI 120.

Podłoga w stacji jest betonowa z otworami technologicznymi (umieszczonymi pod rozdzielnicą SN i nN oraz w komorze transformatora) na wprowadzenie kabli. W korytarzu obsługi stacji znajdują się włązy do podziemnej części stanowiącej jednocześnie fundament i kanał kablowy. Pod komorą transformatora znajduje się szczelna misa olejowa, którą stanowi wydzielona część fundamentu stacji.

Kable SN i nN z zewnątrz wprowadzone są przez otwory przepustowe umieszczone w części fundamentowej. W przygotowane w fundamencie miejsca przykręcić na uszczelkę gumową przepusty produkcji ZPUE S.A., następnie nałożyć na kabel koszulkę termokurczliwą.

Po wprowadzeniu kabla uszczelnić go zgrzewając na nim i metalowym przepuście koszulkę termokurczliwą. W przypadku zaistnienia potrzeby wprowadzenia kabli (nN i (lub) SN) w rurze PCV należy fakt ten uzgodnić z producentem stacji (ZPUE S.A.).

Stacja posiada drzwi wejściowe do korytarza obsługi rozdzielnic oraz do komory transformatora. W drzwiach komór transformatorowych znajdują się otwory wentylacyjne z żaluzjami zapewniając odpowiednie chłodzenie transformatorów, otwory z żaluzjami znajdują się również w ścianach bocznych oraz tylnej.

Dodatkowo jest możliwe zamontowanie wentylatorów w drzwiach do komory transformatora sterowanych regulatorem temperatury wspomagające wentylację transformatora.

Wewnętrzna powierzchnia ścian dekoracyjnie pokryta jest tynkiem w kolorze białym. Zewnętrzna powierzchnia ścian pokryta jest tynkiem akrylowym.

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

Masa i gabaryty stacji

Długość [mm]	4260
Szerokość [mm]	2410
Wysokość [mm]:	
bez dachu (bryły głównej)	2250
z dachem (od pow. gruntu)	2480
Powierzchnia zabudowy:	10,26 m ²

1.6 Dane technologiczne stacji

- Oświetlenie – żarowe.
- Wentylacja grawitacyjna.
- Otwory wlotowe i wylotowe żaluzyjne w drzwiach komory transformatora.
- Instalacja uziemiająca.

1.7 Dane techniczno-materiałowe

- Ściany - beton zbrojony wibrowany klasy B30,
 - trzy ściany REI 120 grubości 120 mm,
 - jedna ściana grubości 120 mm.
- Fundament - beton zbrojony wibrowany klasy B30, posiada dwie wydzielone komory:
 - szczelną misę olejową, mogącą pomieścić powyżej 100% zawartości oleju z transformatora,
 - przedział kablowy z przepustami.
- Dach płaski - betonowy, zbrojony i wibrowany REI.
- Stolarka drzwiowa – aluminiowa lakierowana wg palety RAL.

2 Usytuowanie stacji w stosunku do innych obiektów ze względu na bezpieczeństwo pożarowe

2.1 Klasyfikacja pożarowa obiektu

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury [7], w dziale VI („Bezpieczeństwo pożarowe”) stacje transformatorowe zaliczane są do budynków grupy PM.

Dla stacji typu MRw-bpp 20/1250-3 gęstość obciążenia ogniowego Q_d wynosi:

- dla transformatorów olejowych do mocy 630kVA – **1717,5 MJ/m²**.
- dla transformatorów suchych – **≤500 MJ/m²**.

Elementy budynku posiadają klasę odporności ogniowej odpowiednio do ich klasy odporności pożarowej i nierozprzestrzeniają ognia. Ściany boczne i tylna oraz strop grubości 120 mm– REI 120.

2.2 Lokalizacja stacji

Przy usytuowaniu budynku na działce budowlanej powinny być zachowane odległości między budynkami i urządzeniami terenowymi oraz odległości od granic działki i od zabudowy na sąsiednich działkach budowlanych, określone w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury [7], a także w przepisach odrębnych w tym higieniczno-sanitarnych, o bezpieczeństwie i higienie pracy, o ochronie przeciwpożarowej oraz o drogach publicznych.

Odległości stacji na działce, ze względu na bezpieczeństwo pożarowe szczegółowo przedstawione są w Rozporządzeniu [7].

Stacje posadowiona poniżej 8m, a nawet bezpośrednio przy budynku zostały opisane w Opinii Rzeczoznawcy do Spraw Zabezpieczeń Przeciwpożarowych. Opinia ta ułatwi pracę biurom projektowym, inspektorom nadzoru oraz dyr. Zakładów Energetycznych i służbom BHP. Kompletna Opinia w Zakresie Spełnienia Warunków Ochrony Przeciwpożarowej Dla Stacji Kontenerowych jest dostępna na życzenie.

CZĘŚĆ ELEKTRYCZNA

3 Opis techniczny

3.1 Wstęp

Przedmiotem niniejszego opracowania jest miejska stacja transformatorowa 20[15]/0,4kV z transformatorem do 1250 kVA zbudowana jako budynek prefabrykowany, złożona z wielkowymiarowych elementów żelbetowych. Stacja wykonana jest wg normy PN-EN 62271-202, posiada obliczeniowo określoną klasę obudowy 20.

3.2 Dane znamionowe stacji

	SN	nN
Maksymalna moc transformatora	630 kVA	
Moc zainstalowanego transformatora	630 kVA (lub 400kVA)	
Napięcie znamionowe	24,0kV	0,4kV
Znamionowe napięcie izolacji	---	0,69kV
Częstotliwość znamionowa / liczba faz	50Hz / 3	
Napięcie wytrzymywane o częstotliwości sieciowej	50/63kV	2,5kV
Napięcie udarowe piorunowe wytrzymywane (1,2/50μs)	125/145kV	8kV
Prąd znamionowy ciągły pól liniowych	630A	do 630A
Prąd znamionowy ciągły pola transformatorowego	630A	do 1600A
Prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany (1 s)	20kA	20kA
Prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany	50kA	50kA
Obciążalność zwarciova obwodu uziemiającego (1 s)	40 kA	16 kA
Obciążalność na działanie łuku wewnętrznego (1 s)	16 kA	
Rodzaj dostępu	B	
Stopień ochrony	IP 43	
Klasa obudowy	20	
Wytrzymałość dachu na obciążenia	2500 N/m ²	
Wytrzymałość obudowy na udary mechaniczne	20 J	

3.3 Wyposażenie stacji

Niniejszy projekt dotyczy stacji MRw-bpp 20/630-3/4 wyposażonej w:

- rozdzielnicę SN typu Rotoblok SF w układzie (SL2,SP1,VCB).
- rozdzielnicę nN typu ZR-W wyposażoną w rozłączniki bezpiecznikowe typu ARS prod. APATOR;

3.4 Rozdzielnica średniego napięcia

Zastosowano rozdzielnicę SN typu ROTOBLOK SF o konfiguracji pól LPT (1 –pole liniowe; 1-pole pomiarowe; 1-pole transformatorowe) produkcji ZPUE S.A.

Rozdzielnica SN typu Rotoblok SF przystosowana jest do montażu w polu liniowym ograniczników przepięć.

Wymiary rozdzielnic SN:

- szerokość (podziałka połowa) - 1500 (500) mm
- wysokość - 1950 mm
- głębokość - 950 mm

Połączenie rozdzielnic z transformatorami wykonano kablem 3xYHAKXS (1x70 mm²/20 kV). Na transformatorze zastosowano głowice firmy Euromold typu ITK-224.

Szczegółowe dane w dokumentacji techniczno-ruchowej rozdzielnic typu ROTOBLOK SF.

Dane techniczne rozdzielnic SN typu ROTOBLOK SF potwierdzone zostały **Certyfikatem Instytutu Elektrotechniki**.

3.5 Rozdzielnica niskiego napięcia

W standardowym rozwiązaniu stacji stosuje się rozdzielnicę niskiego napięcia typu RN-W produkcji ZPUE S.A. Wymiary rozdzielnic RN-W wynoszą: szerokość – 1100 mm; wysokość – 1950 mm; głębokość – 400 mm

Rozdzielnica wyposażona jest w wyłącznik główny INP 1250A, a na odpływach w rozłączniki bezpiecznikowe NSL2 prod. EFEN.

Połączenie rozdzielnic z transformatorem wykonano kablem 4x(3xYKY 1x240 mm²) oraz szyną 3x2xP60x10.

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

Dane techniczne rozdzielnic nN typu RN-W potwierdzone zostały **Certyfikatem Instytutu Elektrotechniki**.

3.6 Komora transformatora

W stacji przewiduje się montaż transformatora w wykonaniu fabrycznym bez dodatkowych elementów o mocy do 630 kVA. Transformator jest wstawiany przez drzwi lub dach i zabezpieczony 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 misy olejowej stanowiącej wydzieloną część fundamentu (kablowni).

3.7 Uziemienie stacji

Stacja posiada uziemienie ochronne i robocze podłączone do wspólnego uziomu na zewnątrz stacji. Główna magistrala uziemiająca wewnątrz stacji składa się z części poziomej wykonanej z płaskownika ocynkowanego Fe/Zn 40x5 wewnątrz stacji.

W stacji do głównej magistrali podłączono:

- Rozdzielnicę SN w dwóch punktach – bednarką Fe/Zn 30x4 [mm];
- Rozdzielnicę nN w dwóch punktach – bednarką Fe/Zn 30x4 [mm];
- Każdą transformatora – linką LgY 70 mm²;
- Szyny jezdne transformatora – linką LgY 70 mm²;
- Dach stacji w dwóch punktach – linką LgY 70 mm²;
- Bryła główna, kablownia w dwóch punktach – bednarką Fe/Zn 30x4 [mm];
- Futryny, drzwi, obróbki każda w dwóch punktach – linką LgY 16 mm².
- Właz – linką LgY 70 mm²;

Do głównej magistrali należy dołączyć przez zaciski kontrolne dwuśrubowe trzy wyprowadzenia uziemienia zewnętrznego doprowadzonego do magistrali przez otwory technologiczne umieszczone w fundamencie stacji.

Wyprowadzenie N z transformatora należy dołączyć do osobnego wyprowadzenia uziemienia zewnętrznego.

Rozdzielnica nN posiada szynę uziemiającą PEN w postaci płaskownika P 60x10.

Po połączeniu uziomu z instalacją uziemiającą stacji należy wykonać pomiar rezystancji uziemienia. Niniejszy projekt nie obejmuje uziemienia zewnętrznego stacji transformatorowej.

Rezystancja uziemienia roboczego transformatora mocy do 630 kVA, 20/0,4kV

Rezystancję uziemienia otokowego dla stacji MRw-bpp 20/1250-3 dobrać biorąc pod uwagę rezystywność gruntu.

Rezystancja uziemienia roboczego w stacji transformatorowej nie może przekraczać 5Ω.

Ochrona przed przepięciami

Budynek stacji nie będzie chroniony od bezpośrednich wyładowań atmosferycznych.

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

Ze względu na powiązanie kabli SN wychodzących ze stacji z siecią napowietrzną jedno z pól liniowych zostało wyposażone w ograniczniki przepięć.

3.8 Instalacje elektryczne

Oświetlenie pomieszczeń w budynku wykonane jest źródłami żarowymi (plafonierzy proste z kloszem okrągłym 60 W) zamontowanymi w ilości:

- 1 sztuka w korytarzu obsługi jako oświetlenie ruchu elektrycznego.
- 1 sztuka plafonierzy w komorze transformatorowej.

Wyłączniki oświetlenia oraz gniazda jednofazowe umieszczone są na wewnętrznej stronie ściany obok drzwi wejściowych do korytarza obsługi oraz drzwi wejściowych komory transformatora.

Zabezpieczenie obwodu oświetlenia i gniazd w postaci wkładki bezpiecznikowej Wts 10A zainstalowane jest na rozdzielnicy NN. Oprawy oświetleniowe zasilane są przewodami DY 3x1.5 mm² w rurkach PCV zalanymi w konstrukcji ściany w czasie prefabrykacji stacji.

3.9 Sprzęt ochronny i p. pożarowy

Producent nie wyposaża w sprzęt ochronny BHP stacji. Istnieje możliwość wyposażenia stacji w sprzęt ochronny BHP po wcześniejszym uzgodnieniu z ZPUE S.A.

3.10 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 barierki ochronne.

4 Wyniki obliczeń

4.1 Dobór kabli

Dobór kabli średniego napięcia łączących transformator z rozdzielnicą.

- dla transformatora 630kVA, 3xYHAKXS 1x70 mm².

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

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

Dobór kabli dla połączenia transformatora z rozdzielnicą nN.

- dla transformatora 630kVA – 3x(2xYKY 1x240 mm²) + 2xYKY 1x240 mm²

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

$$I_{dd} \text{ YKY } 1x240 \text{ mm} = 504 \text{ A}$$

4.2 Dobór wkładek bezpiecznikowych.

Tabela zawiera zakresy prądowe wkładek topikowych, do zabezpieczania obwodów pierwotnych transformatorów o napięciu znamionowym 6 kV, 10 kV, 15 kV i 20 kV i znamionowym napięciu wyłączeniowym wkładki bezpiecznikowej 24 kV, czyli stosowanych w polach transformatorowych rozdzielnic SN.

Moc transformatora w [kVA]	Znamionowe napięcie transformatora w [kV]		
	6 kV	15 kV	20 kV
	Znamionowy prąd wkładki bezpiecznikowej w [A]		
40	—	6,3	6,3
63	—	6,3	6,3
100	20	10	10
160	31,5	16	10
250	50 lub 63	20	16
400	80	31,5	25
630	100	50	40
800	—	63	40 lub 50
1000	—	63 lub 80	50 lub 63
1250	—	80	63

Dobór bezpieczników SN przeprowadza się zgodnie ze wzorem:

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

Dla transformatora 630 kVA - $(2 \div 2,5) \times 18,19A$ = od 36,38A do 45,48A = **50A**

S_{NT} - moc znamionowa transformatora w [kVA] 630kVA

U_N - znamionowe napięcie strony górnej transformatora [kV] 15,75kV

I_{bSN} - prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej

Dla transformatora 630kVA przyjęto zabezpieczenie 50A

5 Uwagi końcowe

Całość prac wykonać zgodnie z przepisami i normami obowiązującymi w Energetyce.

Wszelkie uwagi o zachowaniu się stacji kierować na adres producenta.

Projekt niniejszy podlega adaptacji do warunków technicznych oraz terenowych

ZPUE S.A.

29-100 Włoszczowa

ul. Jędrzejowska 79c

tel. (0-41) 38-81-000

fax. (0-41) 38-81-001

2.3 Rozdzielnia główna, wewnętrzne linie zasilające i tablice rozdzielcze:

- Rozdzielnia główna obiektu – wolnostojąca, obudowa wg systemu f-my HAGER lub równoważny, osprzęt wg katalogu f-my HAGER lub równoważny.

- Tablice rozdzielcze poszczególnych poziomów lub stref budynku – wolnostojące, obudowy wg systemu f-my HAGER lub równoważny, osprzęt wg katalogu f-my HAGER lub równoważny.

- Przeciwpowarowe Wyłączniki Prądu GWP (wyłączniki sterujące cewką wybijaka rozłącznika w rozdzielni RG), są zaprojektowane do zainstalowania na ścianach, w głównym wejściu do budynku oraz w pomieszczeniu rozdzielni elektrycznej. System PWP (Przeciwpowarowe Wyłączniki Prądu) wykonać zgodnie z rozporządzeniem MI i B z 17-11-2016 (Dz. U. z 2016 poz. 1966 z późniejszymi zmianami). Wg rozporządzenia PWP składa się z trzech komponentów, dla których wymagana jest certyfikacja - są to:

- urządzenie uruchamiające UU PWP (przycisk lokalizowany zwykle w pobliżu wejścia do budynku),
- urządzenie sygnalizujące US PWP (sygnalizator potwierdzający wyłączenie prądu),
- urządzenie wykonawcze UW PWP (rozdzielnia elektryczna w oddzielnej obudowie, wewnątrz której dokonywane jest rozłączenie prądu).

Jako ręczne ostrzegacze powarowe zastosować OP1 prod. SPAMEL (certyfikowany) z sygnalizacją optyczną LED stanu zadziałania.

- Linie zasilające poszczególne tablice – projektuje się kabelkami jedno lub wielożyłowymi typu N2XH, układanymi na drabinkach kablowych lub w siatkowych korytkach kablowych, montowanymi nad sufitami podwieszonymi.

Bateria kondensatorów do poprawy współczynnika mocy:

Przewiduje się kompensację grupową przez przyłączenie baterii kondensatorowej typu BK (lub generatora statycznego SVG) do szyn rozdzielni głównej. Stosować baterie produkcji OLMEX sp. z o.o. OLSZTYN (lub równoważne), w obudowie typowej IP-40 – wspólnej dla kilku baterii. Obudowę Baterii ustawiać przy rozdzielni głównej. Sterowanie z przekładnika prądowego w RG. Zasilanie kabelkami jedno lub wielożyłowymi typu YKY.

UWAGA.

Ostateczny dobór baterii kondensatorowej oraz jej członów wykonać we współpracy z Dostawcą po końcowym uruchomieniu obiektu.

2.4 Instalacja oświetleniowa:

Typy opraw zostały dobrane w konsultacji z głównym projektantem obiektu, wytycznymi technicznymi oraz odpowiednimi przepisami i normami dla poszczególnych pomieszczeń.

Do oświetlenia pomieszczeń przewiduje się energooszczędne oprawy LED-owe, dobrane wg odpowiedniego programu komputerowego.

Przyjęto minimalne natężenia oświetlenia:

Powierzchnie ruchu, korytarze Emin=100lx; **Schody** Emin=150lx; **Szatnia**, pom. socjalne Emin=200lx; **Łazienki**, toalety Emin=200lx; **Pom.** techniczne Emin=200lx; **Biura** Emin=500lx; **Kasa** Emin=500lx; **Kontuary** recepcyjne Emin=300lx; **Serwerownie** Emin=500lx; **Sale sportowe** (hala) Emin=300lx

Przewiduje się do wykonania przewodami typu N2XH-J 5, 4, 3, 2 x 1,5REmm2 (wg dyrektywy CPR - UE),, układanymi w korytkach lub na sufitach (ponad sufitami podwieszonymi) oraz pod tynkiem (do łączników). Łączniki instalować na wysokości ca 1,4m.

Zasilanie obwodów oświetleniowych 3-przewodowe (L, N, PE).

Sterowanie oświetleniem poszczególnych pomieszczeń łącznikami pojedynczymi, świecznikowymi, schodowymi lub krzyżowymi.

Sterowanie oświetleniem hali sportowej przewiduje się z indywidualnej tablicy sterowniczej – lokalizacja pomieszczenie magazynowe.

2.5 Instalacja oświetlenia ewakuacyjnego i kierunkowego:

Wymagania natężenia oświetlenia ewakuacyjnego i kierunkowego (wg PN-EN 1838:2013):

- w osi drogi ewakuacyjnej min. 1lx;
- w pobliżu punktu pierwszej pomocy, sprzętu pożarowego, wejściach do wind osobowych min. 5lx.

Projektuje się wykonać poprzez zastosowanie indywidualnych opraw kierunkowych i ewakuacyjnych wyposażonych w LED-owe źródło światła. Oprawy kierunkowe instalować nad wejściami, na ścianach lub montować pod sufitami podwieszonymi.

Oprawy z inwerterami (modułami awaryjnymi) należy wyposażać w urządzenia testujące w celu symulowania awarii zasilania podstawowego. Łączniki testujące uruchamiane ręcznie powinny być samopowrotne lub uruchamiane kluczykiem.

Oprawy wyposażać w moduł komunikacyjny IR (podczerwieni) w systemie MPIR pozwalający na wykonanie testu i odczytu danych stanu oprawy poprzez przenośny kontroler i zapisanie w dzienniku zdarzeń zgodnie z wymogami normy PN-EN 50172.

2.6 Instalacja gniazd wtykowych 230V:

Przewidywana jest do wykonania przewodem typu N2XH-J 3 x 2.5REmm² (wg dyrektywy CPR - UE), układanym analogicznie jak w instalacji oświetleniowej. Gniazda instalować w miejscach dogodnych dla użytkowników:

- w pomieszczeniach technicznych, biurowych, lub podobnych na wys. do 0,3m;
- w szatniach na wys. do 1,2m lub wg opisu na rysunkach.

2.7 Instalacja gniazd komputerowych DATA:

Przewiduje się wykonać analogicznie jak w poz. 2.6.

Instalację przewiduje się wykonać w nawiązaniu do wytycznych projektu Instalacji niskoprądowych.

2.8 Instalacja siłowa:

Dla odbiorników jednofazowych instalacja 3-przewodowa, a dla trójfazowych 5-przewodowa. Do wykonania przewodami wyszczególnionymi na schematach ideowych tablic. Sposób prowadzenia - analogicznie jak w opisie, poz. 2.4.

2.9 Instalacja odgromowa i połączeń wyrównawczych:

- Przykrycie budynku - dach płaski, pokrycie wg wytycznych branży architektonicznej.
- Na dachu przewiduje się wykonanie zwodów poziomych drutem stalowym ocynkowanym typu DFe/Zn 8mm. Wsporniki klejone – nie uszkadzające pokrycia dachowego. Do zwodów na dachu przyłączyć zwody na kominach (wsporniki kotwione), konstrukcje metalowe, świetliki, itp.
- Zwody pionowe, przewody odprowadzające – przewiduje się wykonać drutem stalowym ocynkowanym DFe/Zn 8mm układanym w rurze karbowanej $f_i=16\text{mm}$ pod elewacją i wprowadzanym do studzienek kontrolnych montowanych w poziomie terenu.
- Przewody uziemiające - wprowadzić do studzienek kontrolnych. Zaciski probiercze instalować w w/w studzienkach.
- Rury i rynny deszczowe łączyć do zwodów w dolnym i górnym punkcie uchwytami typowymi (Jeżeli będą wykonane z metalu).
- Uziom otokowy wykonany z płaskownika ocynkowanego 30x4mm układany przy ławach fundamentowych. Do uziomu otokowego przyłączyć obejmami typowymi metalowe rury uzbrojenia podziemnego.
- Uziom otokowy przyłączyć do uzbrojenia konstrukcji budynku (ławy, słupy, ściany żelbetowe) płaskownikiem Fe/Zn 25x4mm.
- W ramach ochrony przepięciowej stosuje się na wejściu zasilania (w rozdzielni RG) ograniczniki przepięć, jako pierwszy stopień zabezpieczenia.
- W pomieszczeniach łazienek, itp. wykonać instalację połączeń wyrównawczych lokalnych (przewód LGy 2,5mm²).
- W pomieszczeniach technicznych wykonać bezwzględnie instalację połączeń wyrównawczych

plaskownikiem typu Fe/Zn 25x4mm montowanym na ścianach, na uchwytach dystansowych lub pod posadzką. Do instalacji przyłączyć obudowy metalowe urządzeń technologicznych, obudowy metalowe tablic elektrycznych, itp. Instalację połączeń wyrównawczych połączyć z projektowanym uziomem otokowym instalacji odgromowej.

- Odcinki drabinek lub korytek kablowych połączyć galwanicznie. Połączenia wykonać przewodem LgYżo 2,5mm².

- Jako ochronę przepięciową w instalacjach zastosować ograniczniki przepięć klasy B zainstalowane w tablicach poszczególnych stref lub danych poziomów budynku.

2.10 Instalacja ochrony od porażeń:

Projektowane instalacje wewnętrzne w układzie TN-S.

Przewód ochronny w rozdzielni głównej RG uziemić przez przyłączenie do uziomu otokowego instalacji odgromowej.

Ochrona dodatkowa przed dotykiem pośrednim zapewniona zostanie poprzez zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania. Dla prawidłowego zrealizowania samoczynnego wyłączenia w układzie TN-S należy:

- wszystkie części przewodzące dostępne instalacji przyłączyć do uziemionego przewodu ochronnego PE,
- miejsce połączenia przewodu PE i N skutecznie uziemić.

Instalację dla napięcia wyższego niż 50 V - wykonać jako 3-przewodową i 5-przewodową (przewód fazowy L lub L1, L2, L3, przewód neutralny N i ochronny PE).

Ponadto w tablicach rozdzielczych stosuje się wyłączniki różnicowo-prądowe (jako dodatkowy system ochrony od porażeń prądem elektrycznym) oraz wyłączniki instalacyjne przetężeniowe i nadmiarowoprądowe, chroniące instalację od przeciążeń i zwarc.

Samoczynne wyłączenie zasilania powinien zapewnić (w każdym miejscu instalacji) odpowiedni prąd zwarcia powstały w przypadku zwarcia pomiędzy przewodem fazowym i przewodem ochronnym lub częścią przewodzącą dostępną.

2.11 Oświetlenie terenu.

Dla oświetlenia terenu przyjęto (w oparciu o wytyczne PT branży architektonicznej):

- Oświetlenie oprawami wyposażonymi w LED-owe źródła światła o mocy do 26W, montowanymi na słupach typu „parkowy” h= do 5,0m; z fundamentem,
- Oświetlenie niskie na słupkach h=1,0m wyposażonymi w LED-owe źródła światła o mocy do 10W,
- Oświetlenie posadzkowe, dogruntowe wyposażone w LED-owe źródła światła o mocy do 9W,

Oprawy posadzkowe, dogruntowe podłączać do żokabla zasilającego poprzez puszkę hermetyczne wypełnioną masą żywiczną.

Zasilanie oświetlenia terenu przewiduje się z rozdzielni nN, jej wydzielonej części, zlokalizowanej w stacji transformatorowej, kablem typu YKYżo.

Przy końcowych słupach, słupkach i oprawach dogruntowych wykonać uziomy typowe TP-2x6 (2 pręty stalowe $f_i = 20$ mm, długości 6 m, łączone plaskownikiem stalowym ocynkowanym D Fe/Zn 25x4 mm).

Rezystancja uziemienia dodatkowego nie może przekraczać 30 omów.

Kable na całej długości, w skrzyżowaniach z drogami i uzbrojeniem podziemnym, chronić w rurach typu KR50 prod. AROT.

Załączanie oświetlenia ręczne lub automatyczne (przy użyciu dwukanałowego zegara astronomicznego) w rozdzielni elektrycznej abonenckiej stacji transformatorowej.

W uzgodnieniu z Inwestorem ustalić , które fazy stycznika zasilającego oprawy oświetlenia terenu będą sterowane z kanału pierwszego, a które z kanału drugiego zegara astronomicznego.

Preferowany podział to 30 / 70 %.

2.12 Zasilanie pompowni ścieków POMP.1.

Zasilanie tablicy typowej EPS pompowni ścieków z rozdzielni nN, zlokalizowanej w projektowanej abonenckiej stacji transformatorowej linią kablową typu YKYżo 5x16mm² w rurze ochronnej KR75 AROT.

Sterowanie pompownią wg wytycznych projektu branży sanitarnej.

2.13 Zasilanie pompowni wody do podlewania POMP.2.

Zasilanie pompowni POMP.2 z tablicy pompowni POMP.1 kabelkiem YKYżo 5x4mm² w rurze ochronnej KR50 AROT. W tym celu, w tablicy EPS domontować zabezpieczenie trójfazowe C16A dla zasilania pompowni podlewania POMP.2 (moc P=1900W).

Sterowanie pompownią wg wytycznych projektu branży sanitarnej.

2.14 Zasilanie indywidualnego złącza kablowego ZP dla imprez plenerowych.

Zasilanie złącza z rozdzielni nN, zlokalizowanej w projektowanej abonenckiej stacji transformatorowej linią kablową typu YKYżo 5x16mm² w rurze ochronnej KR75 AROT.

Wyposażenie wg wyszczególnienia na rysunku nr E0.

2.15 Przejścia kabli przez strefy pożarowe.

Przepusty kablowe kabli przechodzących przez granice stref pożarowych – poszczególne kondygnacje i pomieszczenia - należy zabezpieczyć pożarowo stosując atestowane systemy zabezpieczeń o wytrzymałości pożarowej odpowiadającej odporności przegrody pożarowej (technologia Promat lub HILTI) zgodnie z paragrafem 234 warunków technicznych, w tym także przepusty gazoszczelne.

2.16 Uwagi końcowe.

1. Całość robót musi być wykonana zgodnie z Polskimi Normami, polskimi przepisami (w szczególności BHP) i wytycznymi Inwestora.
2. Przy wykonywaniu robót należy stosować materiały i wyroby dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie (zgodnie z Art. 10 Ustawy Prawo budowlane). Świadectwa dopuszczenia materiałów i wyrobów należy zachować do kontroli do końcowego odbioru robót.
3. Elementy zamawiać i wykonywać na podstawie zweryfikowanych obmiarów rzeczywistych wykonanych na obiekcie. Dla uniknięcia niezgodności – wymiary wszystkich elementów przed wbudowaniem należy obowiązkowo sprawdzić w miejscu montażu.
4. Wszystkie rysunki branżowe rozpatrywać łącznie z rzutami podstawowymi. W przypadku jakichkolwiek rozbieżności stanu bieżącego budowy i projektowanego należy poinformować projektanta. Wszelkie odstępstwa od projektu wynikające z zastosowania innych materiałów, rozwiązań konstrukcyjnych lub technologii, należy uzgodnić z projektantem i Inwestorem.
5. Dokumentacja montażowa jest po stronie wykonawcy.
6. Przed rozpoczęciem robót budowlanych Kierownik Budowy zobowiązany jest sporządzić plan BIOZ.
7. Montaż urządzeń i materiałów należy wykonać zgodnie z wytycznymi producentów urządzeń i materiałów.
8. Wykonawca jest zobowiązany do opracowania i przekazania Inwestorowi instrukcji obsługi, schematy oraz DTR wykonanych instalacji i zamontowanych urządzeń.
9. Wykonawca zawiera umowę na wykonanie instalacji kompletnej z punktu widzenia wymagań technicznych, formalnych i estetycznych, dlatego Wykonawca zobowiązany jest do ujęcia w swojej wycenie wszystkich materiałów i robót niezbędnych do prawidłowego wykonania i eksploatacji instalacji, nawet jeżeli nie zostały dokładnie opisane w niniejszym projekcie oraz do sprawdzenia we własnym zakresie doboru urządzeń i materiałów.
10. Wykonawca jest zobowiązany do wykonania w sposób przejrzysty, estetyczny i trwały opisów na obwodach elektrycznych (na końcach i nie rzadziej niż co 10m) .
11. Zastosowane w obiekcie urządzenia muszą posiadać zgodnie z obowiązującymi przepisami aprobaty techniczne, certyfikaty zgodności, świadectwa dopuszczenia
 - Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo Budowlane (Dz.U. Nr 89 poz. 414) z późniejszymi zmianami.
 - Ustawa z dnia 21 marca 1985r. o drogach publicznych (Dz.U. Nr 14 poz. 60).
 - Rozporządzenie Ministra Łączności z dnia 16 lipca 1993r. w sprawie wymagań technicznych i eksploatacyjnych oraz warunków wzajemnej współpracy urządzeń, linii i sieci telekomunikacyjnych zakładanych i używanych na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej (Dz.U. Nr 89 poz. 414.)
12. Przy odbiorze PWP (przeciwpożarowych wyłączników prądu – ozn. w PT jako GWP) należy wystąpić o dopuszczenie jednostkowe . System PWP wykonać zgodnie z rozporządzeniem MI i B z 17-11-2016 (Dz. U. z 2016 poz. 1966 z późniejszymi zmianami).

3 Obliczenia techniczne.

3.1 Bilans mocy.

Moc przyłączeniowa RG wg WTP $P_p = 250,0 \text{ kW}$;

3.2 Dobór przewodów, aparatury, obciążalność długotrwała.

1. Dobór przewodów i kabli wg PN-IEC 60364-5-523.
2. Rozdzielnice typowe (wg opisu powyżej).

3.3 Obliczenia oświetlenia.

- Natężenie oświetlenia przyjęto wg normy PN-EN 12464-1 listopad 2004.
- Obliczeń dokonano w oparciu o program komputerowy, udostępniony przez firmę LIRA.

3.4 Obliczenia dla wyłączników różnicowo-prądowych.

Zgodnie z Rozporządzenia Ministra Przemysłu z dnia 8.10.1990 r. (Dz. U. nr 81) poz. 4 § 29. warunek skuteczności ochrony od porażeń przy stosowaniu wyłączników różnicowo-prądowych oraz wg PBUE z 97 r. (projekt):

$$R_A \times I_{\Delta N} \leq U_L \quad R_A - \text{rezystancja uziemienia części przewodzących w } \Omega.$$

$$I_{\Delta N} = k \times I_{\Delta N} \quad k = 1.2 \text{ wg tab. 3, poz. 4,}$$

$U_L = 50 \text{ V}$ - wg tab. 1 - wartość napięcia bezpiecznego, $I_{\Delta N}$ - wyzwalający prąd różnicowy.

$$\text{Dla } I_{\Delta N} = 0.03 \text{ A} - R_A \leq 1389 \Omega$$

$$\text{Dla } I_{\Delta N} = 0.1 \text{ A} - R_A \leq 417 \Omega$$

$$\text{Dla } I_{\Delta N} = 0.3 \text{ A} - R_A \leq 138.9 \Omega$$

3.5 Dobór baterii kondensatorów.

UWAGA.

Ostateczny dobór baterii kondensatorowej (lub generatora statycznego) oraz jej członów wykonać we współpracy GENERALNEGO WYKONAWCY z DOSTAWCĄ po końcowym uruchomieniu obiektu. Koszt baterii wchodzi w zakres ceny kontraktowej GW.

Wg Materiałów do Proj. PEWA 86 cz. B, poz. 8 – moc baterii kondensatorowej w kVar

$$Q_{\text{bat}} = P_s \times (\text{tg } \phi_{i1} - \text{tg } \phi_{i2})$$

$\text{tg } \phi_{i1}$ – współczynnik mocy przed kompensacją ($\cos \phi_i = 0,76$)

$\text{tg } \phi_{i2}$ – współczynnik mocy po kompensacji ($\cos \phi_i = 0,93$)

wg tabeli B 8.1 wartość ($\text{tg } \phi_{i1} - \text{tg } \phi_{i2}$) = 0,46

Rozdzielnia RGa – bateria BK

Stosuje się kompensację grupową przez przyłączenie baterii kondensatorów do szyn tablicy głównej RGa.

P_p = moc przyłączeniowa = 250,0kW

moc baterii $Q = 250,0 \times 0,46 = 115,0 \text{ kVar}$

przyjęto baterię BK-180 120/20 , 400V, 5A (regulator), prod. OLMEX OLSZTYN

$$I_N = 120 / 660 = 181,8 \text{ A}$$

$$I_b = 1,6 \times 181,8 = 290,9 \text{ A}$$

$$I_b = 315 \text{ A (zwłoczne)}$$

Przewody $1,45 \times I_N = 1,45 \times 181,84 = 281,7 \text{ A}$

- kabel 5x (N2XH-0 1x150Rmm2)

$I_{dd} = 356 \text{ A}$ (powietrze-korytka kablowe)

Opracował:

inż. elektryk

Jarosław Sokołowski

upr. proj. nr KL - 279/91