

Zawartość projektu

1. Spis zawartości projektu.
2. Opis techniczny.
3. Obliczenia techniczne.
4. Rysunki:
 - schemat odbiorczej instalacji oświetlenia – rzut przyziemia rys. nr E-1,
 - schemat ideowy zasilania – rzut przyziemia rys. nr E-2,
 - ideowy zasilania rozdzielnic – rys. nr. E-3

3. Opis techniczny

3.1. Podstawa opracowania:

- zlecenie Inwestora,
- projekt architektoniczno-budowlany obiektu,
- uzgodnienia międzybranżowe,
- Ustawa z 10 kwietnia 1997r. Prawo energetyczne Dz. U. Nr 54 z późniejszymi zmianami,
- Ustawa z 7 lipca 1994r. Prawo budowlane z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690, Dz. U. 2003 nr 33 poz. 270, Dz. U. 2004 nr 109 poz. 1156, Dz. U. 2008 nr 228 poz. 1514, Dz. U. 2009 nr 56 poz. 461, Dz. U. 2010 r. Nr 239 poz. 1597),
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. 2007.93.623, Dz. U. 2008.30.178, Dz. U. 2008.162.1005),
- Polskie Normy:
 - PN-HD 60364,
 - PN IEC 60364,
 - N SEP-E-001,
 - N SEP-E-004,
 - PN-EN 12464-1,
 - PN-EN 62305,
- obowiązujące przepisy, rozporządzenia wykonawcze i wiedza techniczna w zakresie elektroenergetyki oraz
- katalogów urządzeń, sprzętu i aparatów elektrycznych.

3.2. Przedmiot opracowania.

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny wewnętrznej instalacji elektrycznej pn. – „Remont i modernizacja szatni klubu sportowego LZS Płomień Opatów”, Obręb ewidencyjny Opatów, działka numer 372, ul. Kępińska 10a, 63-645 Łęka Opatowska zawierający:

- schemat odbiorczej instalacji oświetlenia – rzut przyziemia rys. nr E-1,
- schemat ideowy zasilania – rzut przyziemia rys. nr E-2,
- ideowy zasilania rozdzielnic – rys. nr. E-3

3.3. Zasilanie.

W chwili obecnej działka numer geodezyjny 372 położona w m. Opatów na której znajduje się przedmiotowy budynek, jest zasilona według odrębnego opracowania przyłącza zakończonego szafką pomiarową 0,4kV. Zgodnie z warunkami przyłączenia wydanymi przez ENERGA-OPERATOR S.A należy z w/w szafki wyprowadzić wewnętrzną linię zasilania – w.l.z.. W związku z tym, do zasilania całej instalacji elektrycznej w projektowanym budynku należy wykorzystać kabel typu YKYżo 0,6/1kV 5x16mm², zasilanie z istniejącej rozdzielnic RG. Zgodnie z tym, zasilanie projektowanego obszaru stanowić będzie więc proj. tablica bezpiecznikowa TB, która służyć będzie w nim do rozdziatu energii elektrycznej. Jako zabezpieczenie główne całej instalacji elektrycznej należy zainstalować rozłącznik typu HAGER 63A, który pełni funkcję wyłącznika umożliwiającego szybkie odłączenie zasilania w całym obiekcie. W rozdzielnic RG obok rozłącznika należy zabudować dodatkowo ograniczniki przepięć DEHNventil M TNC 255 oraz wyłączniki różnicowo-prądowe o prądzie różnicowym 30 mA. Dodatkowo należy zainstalować szyny N–zerową i PE–ochronną. Obwody odbiorcze 1-fazowe zabezpieczyć wyłącznikami instalacyjnymi typu S-301 o charakterystyce B, a odbiorniki 3-fazowe S-303 o charakterystyce B. Pozostałe parametry techniczne, a także sposób wykonania oraz dokładne wyposażenie elektryczne rozdzielnic elektrycznej pokazano na rys. E-3.

Wewnątrz budynku kabel prowadzić do projektowanej rozdzielnic pod tynkiem w rurze osłonowej. Lokalizację projektowanej rozdzielnic RG w budynku pokazano na rys. nr E-1. Na zewnątrz budynku kabel zasilający układać w rowie kablowym na głębokości 0,7 m linią

falistą z zapasem 3%. Kabel umieścić na całej długości wykopu w podsypce piaskowej o grubości 10 cm pod i nad kablem. Po przykryciu warstwą gruntu trasę kabla oznaczyć na całej długości folią koloru niebieskiego. Wszystkie roboty kablowe wykonać wg normy Norma SEP N SEP-E-004.

Uwaga! Zewnętrzna instalacja elektryczna zasilająca rozdzielnicę główną wykonana jest w układzie sieci TN-C. W związku z tym w rozdzielnicy RG nastąpi rozdzielenie przewodu ochronno-neutralnego PEN na ochrony PE i neutralny N. Punkt rozdziatu przewodu PEN uziemić poprzez główną szynę wyrównawczą GSW przyłączając do uziomu otokowego/fundamentowego budynku poprzez zacisk kontrolny ZK. Punkt rozdziatu uziemić do wartości $R_u < 10\Omega$. Na dalszym odcinku przewody te nie mogą być ze sobą łączone, ponadto przewód PE powinien być możliwie często uziemiany natomiast przewód N w rozdzielnicach powinien być odizolowany od elementów metalowych i uziemień. Zabrania się łączyć żyłę neutralną N z ziemią.

Z uwagi na zwarte istniejące i projektowane uzbrojenie w inne media, na trasie projektowanej linii prace należy wykonywać wyłącznie ręcznie po uprzednim wykonaniu odkrywek dla zlokalizowania istniejącego uzbrojenia oraz w porozumieniu z Inwestorem i wykonawcami układającymi nowe sieci. Pionowe odcinki przewodów należy mocować w odstępach max. 2 m na całej długości linii do pionowego korytka wcześniej zainstalowanego lub (z uwagi na brak miejsca na montaż korytka) na uchwytach odstępowych bezpośrednio do ściany lub w bruździe. Nie wolno linii w.l.z. układać jako luźno wiszącej wiązki przewodów ani jako wiązki mocowanej.

Po wykonaniu w/w prac na osłonach rozdzielnic umieścić opisy z określeniem wielkości zabezpieczeń oraz numerów wyprowadzonych obwodów. Zastosowany osprzęt powinien mieć zdolność łączeniową zwarciovą 6kA. Układ pracy instalacji odbiorczej to TN-C-S

3.4. Instalacja obwodów odbiorczych.

Instalacje te należy wykonać w rurkach ochronnych karbowanych lub gładkich trudnozapalnych najlepiej bezhalogenkowych przewodami miedzianymi o wymaganej izolacji minimum 450/750 V stosując:

- YDYżo 5 x 6,0 mm² - dla obwodów gniazd 3-faz. i 1-faz;

- YDYżo 3 x 2,5 mm² - obwody gniazd wtyczkowych ogólnych i klimatyzacji,

- YDYżo 3 x 2,5 mm² - obwody gniazd wtyczkowych typu „data” dla zasilania komputerów, ksero, faks i itp.,

Przekroje poszczególnych obwodów określono na schemacie ideowym zasilania. Dokładne miejsce montażu odborników elektrycznych ustalić z Inwestorem. Zasilanie urządzeń technologicznych wykonać zgodnie z wymaganiami producenta. Instalację obwodów odbiorczych zaprojektowano w rurach PCV trudnozapalnych prowadzonych po konstrukcji. Nie wolno proj. obwodów układać jako luźno wiszącej wiązki przewodów ani jako wiązki mocowanej. W przypadku gdy niektóre z odcinków instalacji elektrycznych muszą być ułożone w posadzce, należy to wykonać w dolnej warstwie wyrównawczej posadzek betonowych w rurkach winidurkowych RB lub podobnych jednak o wzmocnionej odporności udarowej oraz w uzasadnionych przypadkach w korytkach metalowych perforowanych np. firmy „Baks” lub drucianych np. firmy Cablofil - trwale i mocno zamocowane. UWAGA! Projektowane przewody służące do zasilania urządzeń na zewnątrz budynku lub dachu należy chronić przed warunkami atmosferycznymi stosując np. szczelne korytka kablowe

3.5. Instalacja oświetlenia ogólnego, awaryjnego oraz ewakuacyjnego.

Instalację oświetleniową w obiekcie należy wykonać w rurkach ochronnych karbowanych lub gładkich trudnozapalnych najlepiej bezhalogenkowych przewodami miedzianymi o wymaganej izolacji minimum 450/750 V stosując:

- YDYżo 3 x 1,5mm² - obwody oświetlenia ogólnego,

- YDYżo 4 x 1,5mm² - obwody oświetlenia awaryjnego.

Do wykonania instalacji oświetlenia zastosować oprawy oświetleniowe hermetyczne 2x36W IP65 zamontowane na odpowiedniej wysokości zapewniającej wymagane natężenie. Dopuszcza się zmianę typów opraw z zachowaniem ich parametrów, dodatkowo przy ewentualnej zmianie wymagany jest ponowny i odpowiedni dobór ilościowy. Obwody prowadzić głównie po konstrukcji kotłowni w rurach PCV trudnozapalnych najlepiej bezhalogenkowych oraz w uzasadnionych przypadkach w korytkach metalowych perforowanych np. firmy „Baks” lub drucianych np. firmy Cablofil - trwale i mocno zamocowane. Odcinki obwodów doprowadzające do odbiorników prowadzić w rurkach ochronnych karbowanych lub gładkich trudnozapalnych najlepiej bezhalogenkowych. Rodzaj i dane techniczne zastosowanych opraw jak i sekcjonowanie załączanego oświetlenia wraz z numerami obwodów zasilających pokazano na poszczególnych planach instalacji.

Ewentualne wypusty oświetleniowe ściennie należy instalować na wys. 1,9 m . Zgodnie z obowiązującymi przepisami, każdy wypust oświetleniowy (nawet jeśli zastosowano oprawy II klasy izolacji) musi zawierać żyłę przewodu ochronnego PE.

Przy większej liczbie wyłączników należy zastosować puszkę zespoloną w układzie pionowym (pierwsza puszką od góry 1,4 m) – na rzutach wyłączniki zespolone pionowo narysowano jeden pod drugim. Przyciski sterowania oświetlenia instalować przy drzwiach wejściowych.

Oświetlenie ewakuacyjne projektuje się w ciągach komunikacyjnych, przed wejściami na klatki schodowe, na klatkach schodowych oraz w holu wejściowym ułatwiające znalezienie drogi ewakuacji oraz szybkie opuszczenie budynku.

Po uzgodnieniu z Inwestorem nie projektuje się opraw oświetlenia ewakuacyjnego. Inwestor planuje oznakować kierunki i drogi ewakuacji przy użyciu fosforyzujących naklejek z piktogramami.

3.6. Ochrona przeciwporażeniowa.

Jako ochronne przy dotyku pośrednim zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim polega na stosowaniu izolacji podstawowej i obudów. Jako uzupełnienie ochrony przed dotykiem bezpośrednim zastosowano wysokoczułe wyłączniki różnicowo-prądowe o prądzie $I_{\Delta n} = 30\text{mA}$ w układzie sieci TN-S z oddzielnym przewodem neutralnym N i ochronnym PE. Do każdej oprawy oświetleniowej i aparatu elektrycznego należy doprowadzić osobny, oprócz przewodu neutralnego N, przewód ochronny PE. Przewody ochronne muszą posiadać izolację koloru zielono-żółtego i muszą być połączone z szyną ochronną PE tablic rozdzielczych. Niedozwolone jest łączenie przewodu N i PE w jakimkolwiek miejscu instalacji. Przewody ochronne poszczególnych instalacji należy sprowadzić na wspólny zacisk ochronny PE w projektowanej rozdzielni. UWAGA! Zgodnie z PN-IEC 60364-4-41 ochronę przed dotykiem pośrednim zachowuje się poprzez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieci TN przez zabezpieczenia nadprądowe i/lub poprzez ograniczenie napięcia dotykowego U_T do wartości dopuszczalnej - za pomocą dodatkowych połączeń wyrównawczych - w obwodach, w których zapewnienie samoczynnego wyłączenia zasilania nie jest możliwe. Alternatywnie, ochrona powinna być zapewniona za pomocą urządzenia ochronnego różnicowoprądowego.

3.7. Instalacja połączeń wyrównawczych.

Instalację połączeń wyrównawczych należy wykonać zgodnie z PN-HD 60364-5-54:2010. Połączenia wyrównawcze należy wykonywać między różnymi częściami przewodzącymi dostępnymi oraz między częściami przewodzącymi obcymi (np. konstrukcja hali) powodując tym samym, iż mają one zbliżony potencjał i zapewniają prawidłową ochronę przeciwporażeniową, odgromową, przeciwprzepięciową a także przeciwpożarową. Należy zachować odpowiednią koordynację prac, tak aby przed wylaniem posadzek ułożyć rurki dla prowadzenia przewodów wyrównawczych. Na etapie wykonywania instalacji należy przeanalizować zakres i sposób wykonania instalacji połączeń wyrównawczych oraz uziemień w zależności od lokalnych warunków terenowych oraz technologii wykonywania robót instalacyjnych. Wymagana wartość rezystancji uziomu nie może przekroczyć $R_u \leq 10 \Omega$.

3.7. Ochrona przeciwprzepięciowa.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami PN-EN 62305, PN-HD 60364-4-41, PN IEC 60364-4-443 i PN-IEC 61312-1 instalacja wymaga ochrony przeciwprzepięciowej. Przyjęto ochronę realizowaną za pośrednictwem ochronników przeciw-przepięciowych: DEHNventil M TNC 255,

Czwarty stopień (tj. klasa D) ochrony nie jest ujęty w niniejszym opracowaniu ze względu na różnorodność lokalizacji i rodzaj sprzętu elektronicznego stosowanego przez poszczególnych użytkowników.

3.9. Instalacja odgromowa.

Dla projektowanego obiektu istn. możliwość wykonania ochrony odgromowej kategorii IV w porozumieniu z projektantem. W związku z tym, wykorzystanie uziomu fundamentowego będzie możliwe pod warunkiem dokonania jego odbioru przez kierownika budowy przed zalaniem betonu oraz opisaniem sposobu wykonania uziomu wraz z wynikami pomiaru rezystancji. W przeciwnym wypadku zgodnie z PN-EN 62305 należy wykonać uziom otokowy lub typu „A”. Stąd, wszystkie elementy metalowe znajdujące się na dachu (przede wszystkim opierzenia, rynny, stalowe konstrukcje itp.) należy uziemić poprzez połączenie drutem stalowym ocynkowanym f 8 mm instalowanych na wspornikach. Zwody pionowe będą wykonane również w postaci prętów ocynkowanych f 8 mm, ułożonych pod warstwą styropianowej izolacji ocieplającej budynek, w grubościenniej rurce winidurowej mocowanej na całej długości bezpośrednio do surowej ściany zewnętrznej obiektu. Metalowe elementy wystające ponad pokrycie dachu chronić zwodami pionowymi o kącie 45 stopni. Zwraca się uwagę na bardzo solidne zamocowanie do ściany zwodów pionowych aby podczas wyładowania odkształcony zwód nie zniszczył elewacji. Uziom fundamentowy sztuczny narzuca potrzebę wykonania łącz kontrolnych instalacji odgromowej wobec czego projektuje się umieszczenie tych łącz w studzienkach rewizyjnych Galmar. Przy rezystancji uziomu wyższych od dopuszczalnych należy wykonać dodatkowe uziomy np. pograżane. Zwody poziome należy również wykonać drutem stalowym ocynkowanym f 8 mm na obrzeżach i powierzchni dachu, tworząc oka siatki zwodów stosownie do stopnia ochrony odgromowej. Całą instalację należy wykonać z zastosowaniem typowego osprzętu odgromowego np. firmy DEHN. Zwraca się uwagę na konieczność zachowania odstępów izolacyjnych pomiędzy przewodem odgromowym na dachu, a instalacją dowolnych urządzeń (zbiorniki, rury, obudowy metalowe, instalacje elektryczne itp.) zlokalizowanych pod konstrukcją dachu. W przypadku nie zachowania minimalnych odstępów zastosować kable wysokonapięciowe HVI. Stosując w tych miejscach tzw. zwody podwyższone można uniknąć niebezpiecznych przeskoków iskrowych podczas wyładowania. Uziom - otok wykonać z bednarki ocynkowanej FeZn 25x4. Do uziomu podłączyć szynę wyrównawczą, szynę PEN w RG. Zapewnić metaliczne (galwaniczne) połączenie pomiędzy poszczególnymi elementami instalacji odgromowej. Całość wykonać zgodnie z obowiązującą normą. Wymagana wartość rezystancji uziomu nie może przekroczyć $R_u \leq 10 \Omega$.

3.10. Uwagi dodatkowe:

Przed oddaniem instalacji do eksploatacji należy wykonać pomiary ciągłości przewodów ochronnych, obwodów pomiarowych, rezystancji uziemienia, impedancji pętli zwarcia, sprawdzenia skuteczności ochrony przeciwporażeniowej oraz sporządzenia odpowiednich protokołów pomiarowych i dokumentacji powykonawczej.

W trakcie prac instalacyjnych polegających na realizacji niniejszego projektu budowlanego wykonawca zobowiązany jest do przestrzegania zasad BHP podanych w niniejszych rozporządzeniach. :

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie dziennika budowy, książki przebudowy przyłączy według standardu dziennika budowy, montażu i rozbiórki tablicy informacyjnej oraz ogłoszenia zawierającego dane dotyczące bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia,

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i zakresu i formy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz szczegółowego zakresu rodzajów robót budowlanych stwarzających zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi,

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych.

Obliczenia techniczne.

4.1. Wyznaczenie mocy zainstalowanej i szczytowej.

Moc sumaryczna zainstalowanych odbiorników 3-faz.	$\Sigma P_{pl} = 40 \text{ kW}$
Instalacja oświetlenia	$P_u = 10 \text{ kW}$
Moc obiektu	$P_p = 50 \text{ kW}$
Współczynnik jednoczesności	$k_j = 0,8$
Moc obliczeniowa	$P_o = 40 \text{ kW}$
Prąd obliczeniowy	$I_o = 64 \text{ A}$

Na zabezpieczenie główne hali dobieram bezpiecznik o prądzie znamionowym 100 A

Moc obliczeniową wyznaczono stosując odpowiednie współczynniki jednoczesności. Współczynniki wykorzystania mocy zainstalowanej dla odbiorów oświetleniowych i siłowych ustalono w oparciu o analizę bilansów mocy.

4.2. Dobór zabezpieczeń i przewodów.

Przewody i zabezpieczenia dobrano biorąc pod uwagę postanowienia norm: PN-IEC 60364-4-43 i PN-IEC 60364-4-53. Obciążalność długotrwałą przewodów przyjęto zgodnie z PN – IEC 60364-5-523.

Odpowiednie czasy odczytano z charakterystyk czasowo-prądowych aparatów. Przekroje przewodów oraz wartości zabezpieczeń dla poszczególnych obwodów podano na schematach.

4.3 Sprawdzenie koordynacji przewodu i zabezpieczenia.

Zabezpieczenia przed prądem przeciążeniowym spełniają następujące warunki :

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$
$$I_Z \leq 1,45 I_N$$

gdzie :

I_B – prąd obliczeniowy obwodzie elektrycznym

I_Z – obciążalność długotrwałą przewodów

I_N – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego

I_Z – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

I_Z przyjęto dla bezpieczników – $1,6 \times I_N$, a dla wyłączników instalacyjnych – $1,45 \times I_N$.

Sprawdzenia dokonano dla wszystkich obwodów. Wymagania, co do koordynacji przewodów z zabezpieczeniami są spełnione dla wszystkich projektowanych obwodów.

4.4 Sprawdzenie zabezpieczenia obwodów przed prądami zwarciovymi.

Zabezpieczenia i przekroje przewodów zostały tak dobrane, aby przerwanie prądu zwarciovego w każdym obwodzie elektrycznym następowało zanim wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych w przewodach i połączeniach. Czasy wyłączenia zabezpieczeń przy zwarciu są mniejsze od czasów powodujących nagrzewanie przewodów i kabli do temperatury granicznej określonej wzorem:

$$(t)^{1/2} = k \times S / I$$

gdzie :

t – czas w sekundach,

S – przekrój przewodów w mm^2 ,

I – wartość skuteczna prądu zwarciovego w A,

k – współczynnik zależny od rodzaju przewodu i jego izolacji,

Wg obliczeń czas potrzebny do rozgrzania przewodu do temperatury granicznie dopuszczalnej przy maksymalnym prądzie zwarciovym dla obwodów jest taki, że zabezpieczenia zadziałają zanim

nastąpi nadmierne przegrzanie przewodów. Wartości czasów zadziałania zabezpieczeń odczytano z charakterystyk czasowo-prądowych. Sprawdzenia dokonano dla wszystkich obwodów. Wymagania, co do zabezpieczenia przed prądami zwarciovymi dla przewodów są spełnione.

4.5. Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

Sprawdzenia dokonano biorąc pod uwagę zalecenia normy PN-IEC 60364-4-41. Ochrona przed dotykiem pośrednim – dodatkowa w sieci TN będzie zapewniona, jeżeli zostanie spełniony warunek:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

gdzie:

Z_s – impedancja pętli zwarcioviej obejmująca źródło zasilania, przewód roboczy aż do punktu zwarcia i przewód ochronny między punktem zwarcia a źródłem zasilania,

I_a – prąd powodujący samoczynne zadziałanie urządzenia wyłłączającego w czasie <0,4s dla pomieszczeń ogólnych i <0,2s w pomieszczeniach szczególnie narażonych na porażenie prądem,

U_0 – napięcie znamionowe względem ziemi.

Skuteczność ochrony jest spełniona dla wszystkich obwodów.

Aby skuteczność ochrony była spełniona dla wyłączników instalacyjnych reaktancja pętli zwarciovych nie może być większa od obliczonych. Skuteczność ochrony jest spełniona dla wszystkich obwodów i dla całej instalacji w budynku. W projekcie zastosowano urządzenia różnicowo-prądowe o znamionowym prądzie wyzwalającym $I_{\Delta n} = 30\text{mA}$ dla zabezpieczenia poszczególnych obwodów.

$$Z_s \leq U_0 / I_{\Delta n}$$

$$Z_s \leq 230\text{V} / 0,03\text{A}$$

$$Z \leq 7,6\text{k}\Omega$$

Poprawne zadziałanie zabezpieczenia jest zapewnione, jeżeli impedancja obwodu zwarciovego nie przekroczy 7,6 k Ω dla obwodu siłowego lub oświetleniowego. Oznacza to, że zabezpieczenie zadziała skutecznie przy dotyku bezpośrednim części czynnych urządzenia (np. przewodów fazowych). Zgodnie z obliczeniami skuteczność ochrony jest spełniona dla wszystkich obwodów.

4.6 Obliczenia zwarciovie.

Obliczenia zwarciovie przeprowadzono dla całego obiektu. Należy stosować aparaty o wytrzymałości zwarcioviej nie mniejszej niż 10kA.

4.7 Obliczenia spadków napięć.

Obliczeń spadków napięć dla obwodów dokonano na podstawie wzorów:

- dla obwodów jednofazowych:

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot s \cdot U_n^2}$$

- dla obwodów trójfazowych:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot s \cdot U_n^2}$$

gdzie :

P – moc elektryczna obwodu [W],

l – długość obwodu elektrycznego [m],

γ – przewodność elektryczna materiału (miedź/aluminium) z jakiego wykonany jest obwód,

s – przekrój przewodu czynnego obwodu elektrycznego [mm²],

U_n – napięcie znamionowe [V].

Zgodnie z obliczeniami wymagania, co do nie przekraczania dopuszczalnych spadków napięć dla obwodów elektrycznych i układu zasilania są spełnione dla całego obiektu.

4.9. Obliczenie maksymalnej impedancji pętli zwarciowej dla zachowania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

$$Z_s < U_o / k \cdot I_{wn}$$

Z_s	impedancja pętli zwarciowej
U_o	napięcie fazowe
I_{wn}	prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego
k	krotność prądu znamionowego urządzenia zabezpieczającego

$$Z_s < 230/10/25 = 0,74 \, \Omega$$

Maksymalna impedancja pętli zwarcia przy której zachowana będzie ochrona przeciwporażeniowa dla gniazd 3-faz. zabezpieczonych wyłącznikiem nadprądowym o charakterystyce C i prądzie znamionowym 25A wynosi 0,74,