

SPIS TREŚCI

1. DANE OGÓLNE

- 1.1. Podstawa opracowania.
- 1.2. Zakres opracowania.
- 1.3. Definicja robót.
- 1.4. Warunki techniczne wykonania instalacji - przepisy prawne.

2. OPIS TECHNICZNY

- 2.1. Rozdzielnica główna istniejącego obiektu.
- 2.2. Tablica elektryczna.
- 2.3. Instalacja oświetlenia podstawowego.
- 2.4. Instalacja oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego.
- 2.5. Instalacja gniazd wtykowych, siłowa.
- 2.6. Instalacja alarmowa.
- 2.7. Instalacja okablowania strukturalnego.
- 2.8. Instalacja gniazd dedykowanych DATA.
- 2.9. Ochrona przeciwprzepięciowa.
- 2.10. Ochrona od porażeń.
- 2.11. Instalacja połączeń wyrównawczych.
- 2.12. Uwagi ogólne.

3. OBLICZENIA TECHNICZNE

4. RYSUNKI

- 4.1. E-1 PLAN INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ - PARTER
- 4.2. E-2 PLAN INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ - SUTERENA
- 4.3. E-3 SCHEMAT TABLICY ELEKTRYCZNEJ
- 4.4. E-4 SCHEMAT BLOKOWY INSTALACJI PRZYŻYWOWEJ

Kopia decyzji o nadaniu uprawnień budowlanych.

Kopia zaświadczenia o przynależności do właściwej izby samorządu zawodowego.

1. DANE OGÓLNE

Opis techniczny dotyczy projektu rozbudowy instalacji elektrycznej modernizowanych pomieszczeń wraz ze zmianą sposobu użytkowania oraz dobudową windy zewnętrznej na potrzeby Gnieźnieńskiego Klubu Seniora.

1.1. Podstawa opracowania

- zlecenie, uzgodnienia z Inwestorem,
- wytyczne przekazane przez inwestora,
- projekt architektoniczno – budowlany,
- uzgodnienia międzybranżowe,
- projekt zagospodarowania terenu,
- przepisy Prawa Budowlanego i Polskie Normy obowiązujące w zakresie opracowania.

1.2. Zakres opracowania

Projekt techniczny instalacji elektrycznej obejmuje następujące elementy:

- tablicę elektryczną TE,
- instalację oświetlenia podstawowego,
- instalację oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego,
- instalację siłową, niskoprądową,
- ochronę przeciwprzepięciową,

1.3. Definicja robót

Prace objęte zakresem robót dotyczą wykonania instalacji elektrycznych. Całość prac będzie wykonana zgodnie z opisem, wymogami przepisów, norm i regulacji prawnych obowiązującymi w tym zakresie.

Aprobata techniczna– dokument stwierdzający przydatność danego wyrobu do określonego obszaru zastosowania. Zawiera ustalenia techniczne co do wymagań podstawowych wyrobu oraz metodykę badań dla potwierdzenia tych wymagań.

Deklaracja zgodności– dokument w formie oświadczenia wydany przez producenta, stwierdzający zgodność z kryteriami określonymi odpowiednimi aktami prawnymi, normami, przepisami, wymogami lub specyfikacją techniczną dla danego materiału lub wyrobu.

Certyfikat zgodności– dokument wydany przez upoważnioną jednostkę badającą (certyfikującą), stwierdzający zgodność z kryteriami określonymi odpowiednimi aktami prawnymi, normami, przepisami, wymogami lub specyfikacją techniczną dla badanego materiału lub wyrobu.

Część czynna– przewód lub inny element przewodzący, wchodzący w skład instalacji elektrycznej lub urządzenia, który w warunkach normalnej pracy instalacji elektrycznej może być pod napięciem a nie spełnia funkcji przewodu ochronnego (przewody ochronne PE i PEN nie są częścią czynną)

Kable i przewody– materiały służące do dostarczania energii elektrycznej, sygnałów, impulsów elektrycznych w wybrane miejsce.

Osprzęt instalacyjny do kabli i przewodów– zespół materiałów dodatkowych, stosowanych przy układaniu przewodów, ułatwiający ich montaż oraz dotarcie w przypadku awarii, zabezpieczający przed uszkodzeniami, wytyczający trasy ciągów równoległych przewodów itp.

Grupy materiałów stanowiących osprzęt instalacyjny do kabli i przewodów:

- o przepusty kablowe i osłony krawędzi,
- o kanały i listwy instalacyjne,
- o rury instalacyjne,
- o systemy mocujące,
- o końcówki kablowe, zaciski i konektory,
- o pozostały osprzęt (oznaczniki przewodów, linki nośne i systemy naciągowe, dławice, złączki i szyny, zaciski ochronne itp.).

Urządzenia elektryczne– wszelkie urządzenia i elementy instalacji elektrycznej przeznaczone do wytwarzania, przekształcania, przesyłania, rozdziału lub wykorzystania energii elektrycznej.

Odbiorniki energii elektrycznej– urządzenia przeznaczone do przetwarzania energii elektrycznej w inną formę energii (światło, ciepło, energię mechaniczną itp.).

Klasa ochronności– umowne oznaczenie, określające możliwości ochronne urządzenia, ze względu na jego cechy budowy, przy bezpośrednim dotyku.

Obwód instalacji elektrycznej– zespół elementów połączonych pośrednio lub bezpośrednio ze źródłem energii elektrycznej za pomocą chronionego przed przetężeniem wspólnym zabezpieczeniem, kompletu odpowiednio połączonych przewodów elektrycznych. W skład obwodu elektrycznego wchodzi przewody pod napięciem, przewody ochronne oraz wszelkie urządzenia zmieniające parametry elektryczne obwodu, rozdzielcze, sterownicze i sygnalizacyjne, związane z danym punktem zasilania w energię (zabezpieczeniem).

Przygotowanie podłoża– zespół czynności wykonywanych przed zamocowaniem osprzętu instalacyjnego, urządzenia elektrycznego, odbiornika energii elektrycznej, układaniem kabli i przewodów mający na celu zapewnienie możliwości ich zamocowania zgodnie z dokumentacją.

Do prac przygotowawczych zalicza się tu następujące grupy czynności:

- o wiercenie i przebijanie otworów przelotowych i nieprzelotowych, kucie bruzd i wnęk,
- o osadzanie kołków w podłożu, w tym ich wstrzeliwanie,
- o montażu uchwytów do rur i przewodów,
- o montaż konstrukcji wsporczych do korytek, drabinek, instalacji wiązkowych, szynoprzewodów,
- o montaż korytek, drabinek, listew i rur instalacyjnych,
- o oczyszczenie podłoża – przygotowanie do klejenia.

Ogólne wymagania dotyczące robót.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, specyfikacjami technicznymi i poleceniami Inspektora Nadzoru.

Dokumentacja robót montażowych.

Dokumentację robót montażowych elementów instalacji elektrycznej stanowią:

- o projekt budowlany i wykonawczy w zakresie wynikającym z rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 02.09.2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. z 2004 r. Nr 202, poz. 2072 zmian Dz. U. z 2005 r. Nr 75, poz. 664),

- o dziennik budowy prowadzony zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 26 czerwca 2002 r. w sprawie dziennika budowy, montażu i rozbiórki, tablicy informacyjnej oraz ogłoszenia zawierającego dane dotyczące bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia (Dz. U. z 2002 r. Nr 108, poz. 953 z późniejszymi zmianami),
- o dokumenty świadczące o dopuszczeniu do obrotu i powszechnego lub jednostkowego zastosowania użytych wyrobów budowlanych, zgodnie z ustawą z 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004 r. Nr 92, poz. 881), karty techniczne wyrobów lub zalecenia producentów dotyczące stosowania wyrobów,
- o protokoły odbiorów częściowych, końcowych oraz robót zanikających i ulegających zakryciu z załączonymi protokołami z badań kontrolnych, – dokumentacja powykonawcza (zgodnie z art. 3, pkt 14 ustawy Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. – Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016 z późniejszymi zmianami).

Montaż elementów instalacji elektrycznej należy wykonywać na podstawie dokumentacji projektowej opracowanej dla konkretnego przedmiotu zamówienia.

WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW

Wszelkie nazwy własne produktów i materiałów służą ustaleniu pożądanego standardu wykonania i określenia właściwości i wymogów technicznych założonych w dokumentacji technicznej dla projektowanych rozwiązań.

Dopuszcza się zamieszczenie rozwiązań w oparciu o produkty (wyroby) innych producentów pod warunkiem:

- o spełniania tych samych właściwości technicznych,
- o przedstawienia zamiennych rozwiązań na piśmie (dane techniczne, atesty, dopuszczenia do stosowania, uzyskanie akceptacji projektanta).

Ogólne wymagania dotyczące właściwości materiałów, ich pozyskiwania i składowania.

Do wykonania i montażu instalacji, urządzeń elektrycznych i odbiorników energii elektrycznej w obiektach budowlanych należy stosować przewody, kable, osprzęt oraz aparaturę i urządzenia elektryczne posiadające dopuszczenie do stosowania w budownictwie. Za dopuszczone do obrotu i stosowania uznaje się wyroby, dla których producent lub jego upoważniony przedstawiciel:

- o dokonał oceny zgodności z wymaganiami dokumentu odniesienia według kreślonego systemu oceny zgodności,
- o wydał deklarację zgodności z dokumentami odniesienia, takimi jak: zharmonizowane specyfikacje techniczne, normy opracowane przez Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną (IEC) i wprowadzone do zbioru Polskich Norm, normy krajowe opracowane z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa Międzynarodowej Komisji ds. Przepisów Dotyczących Zatwierdzenia Sprzętu Elektrycznego (CEE), aprobaty techniczne,
- o oznakował wyroby znakiem CE lub znakiem budowlanym B zgodnie zobowiązującymi przepisami,
- o wydał deklarację zgodności z uznanymi regułami sztuki budowlanej, dla wyrobu umieszczonego w określonym przez Komisję Europejską wykazie wyrobów mających niewielkie znaczenie dla zdrowia i bezpieczeństwa,
- o wydał oświadczenie, że zapewniono zgodność wyrobu budowlanego, dopuszczonego do jednostkowego zastosowania w obiekcie budowlanym, z indywidualną dokumentacją projektową, sporządzoną przez projektanta obiektu lub z nim uzgodnioną.
- o Zastosowanie innych wyrobów, wyżej nie wymienionych, jest możliwe pod warunkiem posiadania przez nie dopuszczenia do stosowania w budownictwie i uwzględnienia ich w zatwierdzonym projekcie dotyczącym montażu urządzeń elektroenergetycznych w obiekcie budowlanym.

Rodzaje materiałów.

Wszystkie materiały do wykonania instalacji elektrycznej powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w dokumentach odniesienia (normach, aprobaty technicznych).

Kable i przewody.

Zaleca się, aby kable energetyczne układane w budynkach posiadały izolację wg wymogów dla rodzaju pomieszczenia i powłokę ochronną. Napięcia znamionowe dla linii kablowych: 0,6/1kV, a przekroje żył: 16 do 1000mm². Przewody instalacyjne należy stosować izolowane lub z izolacją i powłoką ochronną do układania na stałe, w osłonach lub bez, klejonych bezpośrednio do podłoża lub układanych na linkach nośnych, a także natynkowo, wtynkowo lub pod tynkiem; ilość żył zależy od przeznaczenia danego rodzaju przewodu. Napięcia znamionowe izolacji powinny wynosić 450/750, 600/1000V w zależności od wymogów, przekroje układanych przewodów mogą wynosić (0,35) 0,4 do 240mm², przy czym zasilanie energetyczne budynków wymaga stosowania przekroju minimalnego 4mm².

Osprzęt instalacyjny do kabli i przewodów.

Przepusty kablowe i osłony krawędzi – w przypadku podziału budynku na strefy pożarowe, w miejscach przejścia kabli między strefami lub dla ochrony izolacji przewodów przy przejściach przez ścianki konstrukcji wsporczych należy stosować przepusty ochronne. Kable i przewody układane bezpośrednio na podłożu należy chronić poprzez stosowanie osłon (rury instalacyjne, listwy podłogowe). Kanały i listwy instalacyjne wykonane z tworzyw sztucznych, blach stalowych albo aluminiowych lub jako kombinacja metal-tworzywo sztuczne, ze względu na miejsce montażu mogą być ściennie, przypodłogowe, sufitowe, podłogowe; odporne na temperaturę otoczenia w zakresie od – 5 do + 60°C. Wymiary kanałów i listew są zróżnicowane w zależności od decyzji producenta, przeważają płaskie a ich szerokości (10) 16 do 256 (300) mm, jednocześnie kanały o większej szerokości posiadają przegrody wewnętrzne stałe lub mocowane dla umożliwienia prowadzenia różnych rodzajów instalacji w ciągach równoległych we wspólnym kanale lub listwie. Zasady instalowania równoległego różnych sieci przy wykorzystaniu kanałów i listew instalacyjnych należy przyjąć wg zaleceń producenta i zaleceń normy. Kanały pionowe o wymiarach – wysokość 176 do 2800 mm występują w odmianie podstawowej i o podwyższonych wymaganiach estetycznych jako słupki lub kolumny aktywacyjne. Osprzęt kanałów i listew można podzielić na dwie grupy: ułatwiający prowadzenie instalacji i pokrywy oraz stanowiący wyposażenie użytkowe jak gniazda i przyciski instalacyjne silno- i słaboprądowe, elementy sieci telefonicznych, transmisji danych oraz audio-video. Rury instalacyjne wraz z osprzętem (rozgałęzienia, tuleje, łączniki, uchwyty) wykonane z tworzyw sztucznych albo metalowe, głównie stalowe – zasadą jest używanie materiałów o wytrzymałości elektrycznej powyżej 2kV, niepalnych lub trudno zapalnych, które nie podtrzymują płomienia, a wydzielane w wysokiej temperaturze przez nie gazy nie są szkodliwe dla człowieka. Rurowe instalacje wewnętrzne powinny być odporne na temperaturę otoczenia w zakresie od – 5 do +60°C, a ze względu na wytrzymałość, wymagają stosowania rur z tworzyw sztucznych lekkich i średnich. Jednocześnie podłączenia silników i maszyn narażonych na uszkodzenia mechaniczne należy wykonywać przy użyciu rur stalowych. Dobór średnicy rur instalacyjnych zależy od przekroju poprzecznego kabli i przewodów wciąganych oraz ich ilości wciąganej do wspólnej rury instalacyjnej. Rury z tworzyw sztucznych mogą być gładkie lub karbowane i jednocześnie giętkie lub sztywne; średnice typowych rur gładkich: od Ø16 do Ø63mm (większe dla kabli o dużych przekrojach żył wg potrzeb do 200 mm²) natomiast średnice typowych rur karbowanych: od Ø16 do Ø54mm. Rury stalowe czarne, malowane lub ocynkowane mogą być gładkie lub karbowane – średnice typowych rur gładkich (sztywnych): od Ø13 do Ø42 mm, średnice typowych rur karbowanych giętkich: od Ø7 do Ø48 mm i sztywnych od Ø16 do Ø50mm. Dla estetycznego zamaskowania kabli i przewodów w instalacjach podłogowych stosuje się giętkie osłony kablowe – spiralne, wykonane z taśmy lub karbowane rury z tworzyw sztucznych.

Systemy mocujące przewody, kable, instalacje wiązkowe i osprzęt.

Uchwyty do mocowania kabli i przewodów – klinowane w otworze z elementem trzymającym stałym lub zaciskowym, wbijane i mocowane do innych elementów np. paski zaciskowe lub uchwyty kablowe przykręcane; stosowane głównie z tworzyw sztucznych (niektóre elementy mogą być wykonane także z metali). Uchwyty do rur instalacyjnych – wykonane z tworzyw i w typowych wielkościach takich jak rury instalacyjne – mocowanie rury poprzez wciskanie lub przykręcanie (otwarte lub zamykane). Puszki elektroinstalacyjne mogą być standardowe i do ścian pustych, służą do montażu gniazd i łączników instalacyjnych, występują jako łączące, przelotowe, odgałęźne lub podłogowe i sufitowe. Wykonane są z materiałów o wytrzymałości elektrycznej powyżej 2kV, niepalnych lub trudno zapalnych, które nie podtrzymują płomienia, a wydzielane w wysokiej temperaturze przez puszkę gazy nie są szkodliwe dla człowieka, jednocześnie zapewniają stopień ochrony minimalny IP2X. Dobór typu puszki uzależniony jest od systemu instalacyjnego. Ze względu na system montażu – występują puszki natynkowe, podtynkowe, natynkowe wtynkowe, podłogowe. W zależności od przeznaczenia puszki muszą spełniać następujące wymagania co do ich wielkości: puszka sprzętowa \varnothing 60 mm, sufitowa lub końcowa \varnothing 60 mm lub 60x60 mm, rozgałęźna lub przelotowa \varnothing 70 mm lub 75x75 mm – dwu- trzy- lub czterowieściowa dla przewodów o przekroju żyły do 6mm². Puszki elektroinstalacyjne do montażu gniazd i łączników instalacyjnych powinny być przystosowane do mocowania osprzętu za pomocą „pazurków” i / lub wkrętów. Końcówki kablowe, zaciski i konektory wykonane z materiałów dobrze przewodzących prąd elektryczny jak aluminium, miedź, mosiądz, montowane poprzez zaciskanie, skręcanie lub lutowanie; ich zastosowanie ułatwia podłączanie i umożliwia wielokrotne odłączanie i przyłączanie przewodów do instalacji bez konieczności każdorazowego przygotowania końców przewodu oraz umożliwia systemowe izolowanie za pomocą osłon izolacyjnych. Pozostały osprzęt – ułatwia montaż i zwiększa bezpieczeństwo obsługi; wyróżnić można kilka grup materiałów: oznaczniki przewodów, dławnice, złączki i szyny, zaciski ochronne itp.

1.4 WARUNKI TECHNICZNE INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ - przepisy prawne

Wszystkie instalacje wykonać w oparciu o normy i uregulowania prawne obowiązujące w Polsce:

PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przeciwporażeniowa

PN-HD 60364-1:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część: 1 Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje

PN-HD 60364-4-42:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-42: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego

PN-HD 60364-4-43:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed prądem przetężeniowym

PN-HD 60364-4-443:2006 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi - Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi

PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym

PN-IEC 60364-4-473:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Stosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo – Środki ochrony przed prądem przetężeniowym

PN-HD 60364-5-51:2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Postanowienia ogólne

PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Oprzewodowanie

PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Obciążalność prądowa długotrwała przewodów

PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Aparatura rozdzielcza i sterownicza

PN-HD 60364-5-534:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-53 Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie -- Sekcja 534: Urządzenia do ochrony przed przepięciami

PN-HD 60364-5-54:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Układy uziemiające przewody ochronne

PN-EN 62305-1:2011 Ochrona odgromowa - Część 1: Zasady ogólne wraz z poprawkami.

PN-EN 62305-2:2012 Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem wraz z poprawkami.

PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia.

PN-EN 62305-4:2011 Ochrona odgromowa - Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach wraz z poprawkami.

PN-EN 62561-1:2017-07 Elementy urządzenia piorunochronnego – Część 1: Wymagania dotyczące elementów połączeniowych.

PN-EN 62561-2:2018-04 Elementy urządzenia piorunochronnego – Część 2: Wymagania dotyczące przewodów i uziomów.

PN-EN 62561-2:2018-01 – Część 4: Wymagania dotyczące uchwytów.

PN-HD 60364-5-54:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia –Część 5-54: Dobór i montaż wyposażeni a elektrycznego –Układy uziemiające i przewody ochronne.

PN-HD 60364-7-712:2016-05 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.

PN-EN 61643-11:2013-06 Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia – Część: 11: Urządzenia ograniczające przepięcia w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia – Wymagania i metody badań.

PN-EN 61643-21:2004 Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia – Część: 21: Urządzenia do ograniczania przepięć w sieciach telekomunikacyjnych i sygnalizacyjnych – Wymagania eksploatacyjne i metody badań.

PN-EN 61643-31:2019-07 Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia – Część: 31: Wymagania i metody badań dla SPD instalacji fotowoltaicznych.

PN-HD 60364-5-559:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-559 Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Oprawy oświetleniowe i instalacje oświetleniowe

PN-HD 60364-5-56:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Instalacje bezpieczeństwa

PN-EN 12464-2:2014-05 Światło i oświetlenie --Oświetlenie miejsc pracy -- Część 2: Miejsca pracy na zewnątrz

- Opinie Sanepidu, BHP, ppoż.
- Przepisy branżowe
- Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (Dz. U. Nr 89, poz. 414 z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. z 2004 r. Nr 109, poz. 1156).

WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU, MASZYN I NARZĘDZI

Prace można wykonywać przy pomocy wszelkiego sprzętu zaakceptowanego przez Inspektora nadzoru.

WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU

Transport materiałów.

Podczas transportu materiałów ze składu przy obiekto- wego na obiekt należy zachować ostrożność aby nie uszkodzić materiałów do montażu. Minimalne temperatury dopuszczające wykonywanie transportu wynoszą dla bęb- nów: – 15°C i– 5°C dla krążków, ze względu na możliwość uszkodzenia izolacji. Należy stosować dodatkowe opakowania w przypadku możliwości uszkodzeń transportowych.

WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYKONANIA ROBÓT

Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie robót zgodnie z dokumentacją techniczną i umową oraz za jakość zastosowanych materiałów i jakość wykonanych robót.

Roboty winny być wykonane zgodnie z projektem, wymaganiami SST oraz poleceniami inspektora nadzoru.

Sprawdzenie odbiorcze instalacji.

Należy wykonać sprawdzenia odbiorcze składające się z oględzin częściowych i końcowych zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 41: ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym. [18-N-2] N

Sprawdzenie odbiorcze polega na kontroli:

- zgodności dokumentacji powykonawczej z projektem i ze stanem faktycznym,
- zgodności połączeń z podanymi w dokumentacji powykonawczej,
- stanu kanałów i listew kablowych, kabli i przewodów, osprzętu instalacyjnego do kabli i przewodów, stanu i kompletności dokumentacji dotyczącej zastosowanych materiałów,
- sprawdzenie ciągłości wszelkich przewodów występujących w danej instalacji,
- poprawności wykonania i zabezpieczenia połączeń śrubowych instalacji elektrycznej potwierdzonych protokołem przez wykonawcę montażu,
- poprawności wykonania montażu sprzętu instalacyjnego, urządzeń i odbiorników energii elektrycznej,
- pomiarach rezystancji izolacji,

Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami i materiałami.

Wszystkie materiały, urządzenia i aparaty nie spełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach specyfikacji, zostaną odrzucone. Jeśli materiały nie spełniające wymagań zostały wbudowane lub zastosowane, to na polecenie Inspektora nadzoru Wykonawca wymieni je na właściwe, na własny koszt. Na pisemne wystąpienie Wykonawcy Inspektor nadzoru może uznać wadę za niemającą zasadniczego wpływu na jakość funkcjonowania instalacji i ustalić zakres i wielkość potraczeń za obniżoną jakość.

Warunki odbioru instalacji i urządzeń zasilających.

Odbiór częściowy.

Należy przeprowadzić badanie po montażowe częściowe robót zanikających oraz elementów urządzeń, które ulegają zakryciu (np. wszelkie roboty zanikające), uniemożliwiając ocenę prawidłowości ich wykonania po całkowitym ukończeniu prac. Podczas odbioru należy sprawdzić prawidłowość montażu oraz zgodność z obowiązującymi przepisami i projektem wydzielonych instalacji wtynkowych i podtynkowych.

Odbiór końcowy.

Badania pomontażowe jako techniczne sprawdzenie jakości wykonanych robót należy przeprowadzić po zakończeniu robót elektrycznych przed przekazaniem użytkownikowi urządzeń zasilających.

Zakres badań obejmuje sprawdzenie:

- dla napięć do 1kV pomiar rezystancji izolacji instalacji,

Parametry badań oraz sposób przeprowadzenia badań są określone w normach PN-HD 60364-4-41:2009. Wyniki badań trzeba zamieścić w protokole odbioru końcowego.

2. OPIS TECHNICZNY

2.1 Rozdzielnica główna istniejącego obiektu.

UWAGA: Przed rozpoczęciem prac związanych z rozbudową rozdzielnic głównej o dodatkowe pole odpywowe, należy wykonać oględziny, sprawdzenie i niezbędne pomiary elektryczne istniejącego kabla zasilającego rozdzielnicę główną oraz wykonać sprawdzenie istniejącej rozdzielnic elektrycznej. W przypadku oceny negatywnej bądź uszkodzenia mechanicznego kabla podczas wykonywania prac budowlanych, kabel ułożyć nowy miedziany o przekroju dostosowanym do zapotrzebowania na moc elektryczną całego obiektu.

W istniejącej rozdzielnic głównej obiektu należy dobudować pole odpywowe zgodnie z załączonym do projektu schematem, w celu zasilania projektowanej tablicy elektrycznej TE.

Pomiaru zużycia energii elektrycznej należy dokonać za pomocą istniejącego układu pomiarowego. Istniejąca rozdzielnica główna – POZA OPRACOWANIEM.

2.2 Tablica elektryczna TE.

W miejscu pokazanym na rysunku (RYS. E-1) zainstalowana będzie tablica elektryczna TE. Zasilanie wykonać z istniejącej rozdzielnic głównej RG obiektu usytuowanej przy wejściu do budynku, przewodem typu YDY 5×10mm² o obciążalności długotrwałej $I_{dd}=46A$. Zaprojektowano rozdzielnicę natynkową firmy np. ETI / HAGER (5 rzędów; 12 modułów) o wymiarach 840×313×120 wykonane w stopniu ochrony min. IP 30. W tablicy elektrycznej TE będą zabezpieczone wszystkie podstawowe obwody elektryczne obiektu.

Tablica elektryczna TE zasilac będzie:

- oprawy oświetlenia podstawowego,
- oprawy oświetlenia awaryjnego/ewakuacyjnego,
- instalację siłową,

Schemat tablicy elektrycznej TE przedstawiony jest na załączonym rysunku projektowym E-3.

2.3 Instalacja oświetlenia podstawowego.

Rozmieszczenie opraw przyjęto według obowiązujących norm i przepisów dotyczących wartości natężenia oświetlenia. Zasilanie oświetlenia wykonane będzie z projektowanej tablicy elektrycznej. Doprowadzenie energii elektrycznej wykonane będzie za pomocą przewodów kabelkowych typu YDYżo 3×1,5mm² o obciążalności długotrwałej $I_{dd}=14A$ w izolacji 450/750V. Sterowanie oświetleniem odbywać się będzie przy pomocy łączników rozmieszczonych zgodnie ze schematem. Plan instalacji oświetlenia ogólnego przedstawiono na rysunku E-1, E-2.

Zestawienie podstawowych opraw oświetlenia podstawowego pokazano na załączonych do projektu rysunkach. Obliczenia natężenia oświetlenia zostały wykonane w oparciu o dane fotometryczne opraw firmy LENA Lighting. W całym obiekcie zostały zaprojektowane oprawy tej firmy. Istnieje możliwość zastosowania opraw równoważnych, pod warunkiem przedstawienia obliczeń parametrów oświetlenia oraz uzyskania pisemnej zgody projektanta, inspektora nadzoru oraz Inwestora. W takim przypadku zastosowane oprawy nie mogą być gorsze jakościowo i technicznie od wskazanych w projekcie jako przykładowe oprawy.

2.4 Instalacja oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego.

Oświetlenie awaryjne pełni równocześnie funkcję oświetlenia kierunkowego. Będzie zrealizowane przy pomocy dodatkowych opraw oświetleniowych - opraw oświetlenia awaryjnego. Oświetlenie ewakuacyjne będzie zrealizowane przy pomocy opraw oświetlenia ewakuacyjnego (EXIT) z piktogramem WYJŚCIE. Oprawy montowane będą wewnątrz obiektu nad drzwiami wyjścia ewakuacyjnego. Całość opraw awaryjnych i ewakuacyjnych pracuje w trybie pracy „na ciemno”. Zasilanie opraw awaryjnych i ewakuacyjnych odbywa się za pomocą dedykowanych obwodów

z projektowanej tablicy elektrycznej TE (niesterowanych). Instalację należy wykonać przewodem YDYżo 3×1,5mm². Obwody zasilania opraw awaryjnych i ewakuacyjnych zabezpieczyć w tablicy elektrycznej wyłącznikiem nadmiarowo prądowym B6A. Przewody elektryczne należy prowadzić pod tynkiem, opcjonalnie w korytach kablowych. Wszystkie oprawy oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego wyposażone są w bezobsługowe akumulatory z systemem włączającym automatycznie lampę w razie przerwy w dopływie prądu elektrycznego. Czas działania oświetlenia podczas zaniku napięcia to minimum 1 h. Natężenie oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego w osi drogi ewakuacyjnej nie powinno być mniejsze niż 1,0 lx. Natężenie oświetlenia awaryjnego przy urządzeniach przeciwpożarowych nie powinno być mniejsze niż 5,0 lx. Drogi ewakuacyjne szersze niż 2m mogą być traktowane jak kilka dróg ewakuacyjnych o szerokości 2m. Stosunek maksymalnego do minimalnego natężenia oświetlenia na drodze ewakuacyjnej nie może być większy niż 40:1 (aby wyeliminować zjawisko olśnienia przykrego), minimalny czas działania oświetlenia ewakuacyjnego na drogach ewakuacyjnych musi wynosić jedną godzinę. Oświetlenie na drogach ewakuacyjnych musi osiągnąć wartość 50% założonego natężenia oświetlenia po 5s, a pełne natężenie oświetlenia po 60s od momentu załączenia, oraz oświetlenie na drogach ewakuacyjnych musi się załączyć w czasie nie dłuższym niż 2s po zaniku opraw oświetlenia podstawowego. W strefie otwartej natężenie oświetlenia nie powinno być mniejsze niż 0,5 lx na poziomie podłogi, na niezabudowanym polu czynnym strefy otwartej, z wyjątkiem wyodrębnionego przez wyłączenie z tej strefy obwodowego pasa o szerokości 0,5 m.

Obliczenia natężenia oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego zostały wykonane w oparciu o dane fotometryczne opraw firmy LENA Lighting. W całym obiekcie zostały zaprojektowane oprawy tej firmy. Zaprojektowane oprawy oświetlenia awaryjnego posiadają certyfikat CNBOP. Istnieje możliwość zastosowania opraw równoważnych, pod warunkiem przedstawienia obliczeń parametrów oświetlenia oraz uzyskania pisemnej zgody projektanta, inspektora nadzoru oraz Inwestora. W takim przypadku zastosowane oprawy nie mogą być gorsze jakościowo i technicznie od wskazanych w projekcie jako przykładowe oprawy. Zestawienie podstawowych opraw oświetlenia awaryjnego / ewakuacyjnego pokazano na załączonych do projektu rysunkach.

2.5 Instalacja gniazd wtykowych, siłowa.

W modernizowanej części budynku zaprojektowano gniazda 2P+PE, 230V 16A zasilane z tablicy elektrycznej TE. Doprowadzenie energii elektrycznej do gniazd wykonane będzie za pomocą przewodów kabelkowych typu YDYżo 3×2,5mm² w izolacji 450/750V.

Dla zasilania obwodu 400V – winda, przewidziano przewód typu YDYżo 5×4mm² w izolacji 450/750V. Dokładną wysokość montażu gniazd wtyczkowych uzgodnić na etapie wykonawstwa, zachowując odpowiednie przepisy i normy. Przewody elektryczne należy prowadzić pod tynkiem, opcjonalnie w korytach kablowych. Plan instalacji gniazd wtykowych oraz instalacji siłowej przedstawiono na rysunku projektowym numer E-1, E-2. **UWAGA: maksymalna moc suszarki do rąk w pomieszczeniu WC P=1500W.**

2.6 Instalacja alarmowa.

W modernizowanej części budynku w salach warsztatowych oraz wiatrołapie zaprojektowano dualne czujki ruchu PIR. Zainstalowane czujki ruchu należy połączyć z istniejącą instalacją alarmową. Elementy systemu alarmowego powinny być należycie zabezpieczone przed działaniem szkodliwych czynników zewnętrznych, przed uszkodzeniem oraz dostępem osób nieuprawnionych (np. prowadzenie okablowania w sposób zabezpieczający przed przecięciem itp.).

Istniejąca centrala alarmowa zgodnie z informacją uzyskaną od INWESTORA umożliwia rozbudowę istniejącego systemu instalacji alarmowej o kolejne czujki ruchy. Centrala alarmowa – poza opracowaniem.

2.7 Instalacja okablowania strukturalnego.

Pojedynczy przewód komputerowy typu UTP kat. 5e lub 6 prowadzić od rozdzielnicy (szafki multimedialnej/ teletechnicznej) do każdego z gniazd typu RJ 45. Ekran przewodu wykonany jest z folii aluminiowej w większym stopniu pozwala zniwelować przesłuchy i zakłócenia pochodzące ze środowiska zewnętrznego. Przewody układane będą bezpośrednio w posadzce / pod tynkiem. Przewody w posadzce prowadzić w rurkach ochronnych lub w "peszlach" dostosowanych do tego typu montażu. Wszystkie przejścia przez otwory w ścianach zabezpieczyć. Pozostawić odpowiedni zapas przewodu oraz rurek osłonowych, uwzględniając obciążenia własne konstrukcji i naprężenia powstające na skutek jej eksploatacji.

Szafka/rozdzielnia teletechniczna – POZA OPRACOWANIEM.

2.8 Instalacja gniazd dedykowanych DATA.

Dla zapewnienia wysokiego poziomu niezawodności pracy oraz bezpieczeństwa osób obsługujących sprzęt komputerowy, w miejscach przedstawionych na rysunkach zainstalować gniazda wtyczkowe dedykowane "DATA". Obwody elektryczne wyposażone w te gniazda służyć będą wyłącznie do zasilania urządzeń komputerowych, urządzeń do transmisji danych i innych sprzętów elektronicznych wrażliwych na zakłócenia pochodzące z sieci elektroenergetycznej takich jak impulsowe skoki napięcia itp. Gniazdo wtyczkowe współpracuje z każdą wtyczką wyposażoną w naklejany klucz (dołączany do każdego gniazda DATA), który uchylając przesłony tulejek stykowych, umożliwia włożenie wtyczki do gniazda. Zabezpieczy to przed przyłączeniem niepożądanych odbiorników bez potrzeby wymiany wtyczek w chronionych urządzeniach. Doprowadzenie energii elektrycznej do gniazd wykonane będzie za pomocą przewodów kabelkowych typu YDYżo 3×2,5mm² w izolacji 450/750V z tablicy elektrycznej TE. Obwody zabezpieczone będą w rozdzielnicy wyłącznikami różnicowo-nadprądowymi (typ wyzwolenia "A").

2.9 Ochrona przeciwprzepięciowa.

Dla ochrony urządzeń i instalacji elektroenergetycznej przed przepięciami należy zastosować ograniczniki przepięć. W tablicy elektrycznej TE należy zabudować ogranicznik przepięć typu ON np. T2/12,5kA 4-biegunowy. Dla ochrony urządzeń elektronicznych przetwarzania danych należy zastosować ochronniki klasy np. T3.

Stosowanie ograniczników przepięć jest konieczne zgodnie z

- normą IEC/HD 60364 arkusz 443 i 534.
- wytycznymi IEC 61643-12.

2.10 Ochrona od porażeń

Ochronę podstawową stanowi izolacja robocza przewodów i kabli oraz osłony zewnętrzne urządzeń. Jako ochronę dodatkową należy zastosować szybkie wyłączenie zasilania w przypadku przekroczenia napięcia dotykowego bezpiecznego oraz stosować należy połączenia wyrównawcze główne i miejscowe. Zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41:2009 – ochrona przeciwporażeniowa, jako środek ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej należy zastosować wyłączniki różnicowoprądowe 30mA. Standardowo rozdzielnice główne zaprojektowane są dla układu sieciowego TN-C-S. W układzie pracy sieci TT dla zapewnienia ochrony przez szybkie wyłączenie zasilania należy zastosować wyłączniki różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowoprądowym nie przekraczającym 30mA. Wyłączniki należy zainstalować w każdym obwodzie zasilającym również w zasilaniu linii świetlnych.

Ochronę przeciwporażeniową należy wykonać zgodnie z wymogami zawartymi w polskich normach N SEP – E – 001, N SEP – E – 002, N SEP – E – 004 oraz PN-HD 60364-4-41 z odpowiednimi częściami.

2.11 Instalacja połączeń wyrównawczych.

W tablicy elektrycznej TE lub w jej pobliżu, należy zainstalować główną szynę uziemiającą GSU, którą należy uziemić poprzez połączenie jej z istniejącą częścią instalacji uziemiającej budynku bednarką stalową ocynkowaną ogniowo o przekroju nie mniejszym niż 25×4mm. lub przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16mm². Wartość rezystancji nie może być większa od 10Ω.

Do szyny uziemiającej GSU należy podłączyć:

- szynę ochronną PE tablicy elektrycznej przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16mm²
- metalowe obudowy urządzeń
- kanały wentylacyjne

Wymagany przekrój żył miejscowych przewodów wyrównawczych nie powinien być mniejszy od:

- najmniejszego przekroju przewodów ochronnych (PE, PEN), w przypadku połączeń między częściami przewodzącymi dostępnymi,
- połowy przekroju przewodu ochronnego (PE, PEN), w przypadku połączeń między częściami przewodzącymi dostępnymi i obcymi,
- przyjętego przekroju minimalnego:
 - 2,5 mm² Cu, z zastosowaniem ochrony przed uszkodzeniami,
 - 4 mm² Cu, bez zastosowania ochrony przed uszkodzeniami.

Jako przewód ochronny lub przewody ochronne wyrównawcze nie dopuszcza się do stosowania:

- części konstrukcyjne narażone na naprężenia mechaniczne w czasie normalnej pracy,
- elementy podtrzymujące oprzewodowanie,
- korytka i drabinki instalacyjne.

2.12 Uwagi ogólne.

Całość prac wykonać należy zgodnie z prawem budowlanym, aktualnymi normami i zarządzeniami w porozumieniu z wykonawcami pozostałych branż. Po wykonaniu instalacji należy sprawdzić ciągłość połączeń, rezystancję izolacji oraz skuteczność działania ochrony od porażeń. Podstawowe materiały muszą posiadać aprobaty techniczne, świadectwa jakości, deklaracje zgodności CE i dopuszczenia do stosowania wydane przez właściwe jednostki certyfikujące oraz karty gwarancyjne.

Po wykonaniu instalacji elektrycznej należy wykonać następujące badania:

1) Pomiary elektryczne

- a) sprawdzenie ciągłości przewodów ochronnych w tym połączeń wyrównawczych
- b) badanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej
 - gniazd wtyczkowych
 - obudowy innych urządzeń elektrycznych
- c) badanie rezystancji izolacji przewodów i kabli
- d) badanie wyłączników różnicowo-prądowych
 - czas zadziałania wyłącznika
 - prąd zadziałania wyłącznika.
- e) badanie rezystancji uziemienia instalacji uziemiającej.
- f) badanie rezystancji uziemienia instalacji odgromowej - opcjonalnie.
- g) badanie natężenia oświetlenia podstawowego.
- h) badanie natężenia oświetlenia awaryjnego / ewakuacyjnego.
- i) sprawdzenie zadziałania głównego wyłącznika prądu.
- j) sprawdzenie zadziałania opraw oświetlenia awaryjnego / ewakuacyjnego.

3. OBLICZENIA

Bilans mocy rozdzielnic elektrycznej:

NR OBWÓD	OPIS OBWODU	MOC	WSPÓŁCZYNNIK	MOC
			JEDNOCZESNOŚCI	[P×kj]
-	-	[W]	-	[W]
1	Oświetlenie awaryjne/ewakuacyjne	50	1,0	50
2	Oświetlenie ogólne	700	1,0	700
3	Oświetlenie ogólne	500	1,0	500
4	Gniazda 230V - sala warsztatowa	1 000	0,6	600
5	Gniazda 230V - sala warsztatowa, magazynek	1 000	0,6	600
6	Gniazda 230V - sala warsztatowa	2 000	0,6	1200
7	Gniazda 230V - magazynek, korytarz	1 500	0,5	750
8	Gniazda 230V - pom. techniczne	2 000	0,5	1000
9	Gniazda 230V DATA – sala warsztatowa, magazynek	1 500	0,6	900
10	Gniazda 230V DATA – sala warsztatowa	1 500	0,6	900
11	Gniazda 230V - sala warsztatowa - zmywarka	2 000	0,5	1000
12	Gniazda 230V - sala warsztatowa – lodówka	800	1,0	800
13	Gniazda 230V - sala warsztatowa – aneks	2 000	0,6	1200
14	Gniazda 230V - sala warsztatowa – aneks	2 000	0,6	1200
15	Gniazda 230V – WC suszarki do rąk	3 000	0,4	1200
16	Gniazda 230V – klatka schodowa, komunikacja	1 000	0,4	400
17	Zasilanie 400V - winda	4 100	0,6	2460

Pi= 26 650 [W]

Pz= 15 460 [W]

Dobór zabezpieczeń:

Prąd obliczeniowy wynosi:

$$I_B = \frac{15\,460}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,93} = 24,03 \text{ [A]}$$

Dobudowa projektowanego pola odpywowego dla zasilania projektowanej tablicy elektrycznej TE oraz dobudowa pola odpywowego w głównej rozdzielnicy elektrycznej obiektu dla zasilania przepompowni ścieków, spowoduje konieczności wzrostu mocy przyłączeniowej dla modernizowanej części budynku. Inwestor / właściciel, będzie zobowiązany do złożenia wniosku do Operatora Sieci Energetycznej z prośbą o wzrost mocy przyłączeniowej dla istniejącego obiektu. Planowany wzrost mocy przyłączeniowej dla obiektu należy skoordynować i z istniejącym przyłączem kablowym, wewnętrzną linią zasilającą – W.L.Z dla istniejącego obiektu (poza niniejszym opracowaniem).

Zgodnie z bilansem mocy zaprojektowano:

- jako główny rozłącznik prądu w tablicy elektrycznej TE należy zastosować rozłącznik izolacyjny np. FR303 40A,
- kabel zasilający typu YDY 5×10mm² 0,6/1kV o obciążalności długotrwałej I_{dd}=46A, zgodnie z Polską Normą PN-IEC 60364-5-523,

- w rozdzielnicy głównej obiektu jako zabezpieczenie rozdzielnicy elektrycznej TE zastosować rozłącznik bezpiecznikowy np. R303 DO2 z wkładkami bezpiecznikowymi o prądzie znamionowym 25A,
- w rozdzielnicy głównej obiektu jako zabezpieczenie obwodu dla zasilania przepompowni ścieków zastosować rozłącznik bezpiecznikowy np. R303 DO2 z wkładkami bezpiecznikowymi o prądzie znamionowym 16A (wartość prądową zabezpieczenia skoordynować z typem przepompowni ścieków).

Urządzenie zabezpieczające WLZ winny spełniać warunki normy PN - IEC 60364:

I. warunek $I_B < I_n < I_z$

II. warunek $1,6 \times I_n < 1,45 \times I_z$

W rozdzielnicy głównej zaprojektowano zabezpieczenie o znamionowym prądzie $I_n = 25A$.

Do obliczeń przyjęto – zabezpieczenie główne o wartości 25A.

W związku z powyższym :

I. warunek $24,03A < 25A < 46A$

II. warunek $1,6 \times 25A < 1,45 \times 46A$

$40A < 66,7A$

WARUNEK JEST SPEŁNIONY.

Spadek napięcia

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \times \sum_{i=1}^m P_i \times l_i}{\gamma \times s \times U_N^2}$$

gdzie:

P - moc zapotrzebowana dla obiektu zgodnie z umową [kW]

l - długość linii kablowej nn 0,4kV / przewodu [m]

γ - konduktywność przewodu; przyjęto dla miedzi $\gamma = 56m/\Omega mm^2$

s - przekrój przewodu [mm²]

U_N - napięcie międzyfazowe znamionowe sieci [V]

Procentowy spadek napięcia od istniejącej rozdzielnicy głównej budynku do projektowanej tablicy elektrycznej TE modernizowanej części budynku:

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \times \sum_{i=1}^m P_i \times l_i}{\gamma \times s \times U_N^2} = \frac{100 \times 15\,460 \times 30}{57 \times 10 \times 400^2} = 0,50 [\%]$$

Warunek zachowania poziomego spadku napięcia na w.l.z. jest spełniony

Zgodnie z normą SEP-E-002 spadek napięcia w obwodach odbiorczych, od licznika energii elektrycznej do punktu przyłączenia odbiornika nie powinien przekraczać 3% przy czym równocześnie całkowity spadek napięcia od złącza instalacji elektrycznej (w zakresie operatora sieci energetycznej) do zacisków dowolnego odbiornika nie powinien przekraczać 4%.