

PROJEKT BUDOWLANY

Modernizacja i remont kuchni Żłobka Miejskiego nr 1
w Będzinie przy ul. Turniejowej 5

BRANŻA:

ELEKTRYCZNA

TYTUŁPROJEKTU:

INSTALACJE ELEKTRYCZNE

INWESTOR:

**Urząd Miejski w Będzinie
Będzin**

ADRES INWESTYCJI:

**Będzin
ul. Turniejowa 5**

Projektant: mgr inż. Janusz Kraszyna

53/89

Opracował: mgr inż. Stanisław Hałgas

***Na podstawie art.20 ust.4 Prawo Budowlane Dz.U. Nr 93 poz.888 z 2004 r.
oświadczamy, że niniejszy projekt sporządzony został zgodnie
z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.
*Projekt jest opracowaniem autorskim i podlega ochronie prawnej.**

Funkcja	Tytuł, imię i nazwisko	Specjalność	Nr uprawnień	Podpis	Data
Opracował:	mgr inż. Stanisław Hałgas				04.2011
Projektant:	mgr inż. Janusz Kraszyna	Instalacje elektryczne	53/89		04.2011

KATOWICE, kwiecień 2011 r.

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

Część opisowa

1.	Ustalenia formalno-prawne.....	4
2.	Przedmiot opracowania.....	4
3.	Podstawa opracowania.....	4
4.	Zawartość opracowania.....	5
5.	Założenia funkcjonalne i techniczne.....	5
6.	Normy i wytyczne.....	5
7.	Opis energetyczny budynku.....	6
8.	Instalacja oświetlenia ogólnego, instalacja gniazd wtyczkowych ogólnych	6
9.	Instalacja oświetlenia awaryjnego ewakuacyjnego, przeszkodowego oraz oświetlenia kierunkowego.....	7
9.2.	Ekwipotencjalizacja - połączenie wyrównawcze metalowych instalacji	7
10.	Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.....	8
11.	Obliczenia i dobór elementów instalacji – obliczenia obwodów odbiorczych	9
11.1.	Obciążalność prądowa długotrwała.....	10
11.2.	Wyznaczenie impedancji zwarcia trójfazowego	10
11.3.	Wyznaczenie prądu zwarciovego	11
11.4.	Zabezpieczenie przewodów przed skutkami przeciążeń	12
11.5.	Zabezpieczenie przewodów przed skutkami zwarć.....	12
11.6.	Sprawdzenie doboru przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia	13
11.7.	Sprawdzenie doboru urządzeń ze względu na ochronę przeciwporażeniową.....	13
12.	Alternatywne rozwiązania.....	13
13.	Uwagi końcowe.....	14
14.	Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby oświetlenia wbudowanego.....	15
15.	Uwagi dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia na budowie	19

OPIS TECHNICZNY

1. Ustalenia formalno-prawne

- a. Rozwiązania zawarte w niniejszej dokumentacji stanowią własność Wykonawcy i mogą być stosowane jedynie w celu określonym umową zawartą między Wykonawcą i Zamawiającym.
- b. Jakiegokolwiek zmiany urządzeń, aparatury lub rozwiązań w realizowanym projekcie wymagają pisemnej akceptacji projektanta.
- c. Wykonawca instalacji elektrycznej jest odpowiedzialny za wykonanie kompletnej instalacji elektrycznej.
- d. Wykonawca jest zobowiązany do wykonywania instalacji elektrycznych w koordynacji z innymi branżami
- e. Wszystkie stosowane przez Wykonawcę materiały winny odpowiadać Polskim Normom i posiadać stosowne atesty i deklaracje zgodności, zgodnie z obowiązującymi przepisami
- f. Wykonawca zobowiązany jest do powiadamiania projektanta o wszystkich zmianach w zakresie wyposażenia pomieszczenia, zmiany czynników środowiskowych w pomieszczeniu, montażu innych dodatkowych systemów i instalacji, zmianie przeznaczenia i kubatury pomieszczenia.
- g. Dokumentacja jest wykonana zgodnie z umową i jest kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt I instalacji elektrycznej wewnętrznej dla potrzeb modernizacji i remontu kuchni Żłobka Miejskiego nr 1 w Będzinie przy ul. Turniejowej 5

W zakres opracowania wchodzi następujące instalacje:

- a. oświetlenia podstawowego
- b. instalacja oświetlenia ewakuacyjnego
- c. gniazd wtyczkowych ogólnych 1-faz. 230V, 50Hz
- d. gniazd ogólnych 3-faz. 400/230V , 50Hz

3. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- a. zlecenie inwestora,
- b. projekt budowlany architektury i wnętrz,
- c. projekt instalacji sanitarnych i wentylacji,
- d. wytyczne i normy dla projektowania instalacji elektrycznych,
- e. wizji lokalnej na obiekcie,
- f. uzgodnień z przedstawicielami inwestora,

- g. uwarunkowań technicznych budynków,
- h. warunków i uzgodnień technicznych dotyczących między innymi: klasy sprzętu, lokalizacji urządzeń, tras kablowych oraz sposobu zasilania.

4. Zawartość opracowania

Opracowanie zawiera:

- a. opis techniczny,
- b. plany instalacji,
- c. schematy zasadnicze.

5. Założenia funkcjonalne i techniczne

- a. wysoka jakość,
- b. możliwość rozbudowy,
- c. uniwersalność funkcji,
- d. odporność na awarie.

6. Normy i wytyczne

Rozwiązania techniczne są zgodne z poniższymi normami i przepisami wg stanu na dzień 20.01.2011 r.

- Ustawa „Prawo budowlane” z 7. Lipca 1994 r, z późniejszymi zmianami Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12. Kwietnia 2002 r w sprawie Warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich Usytuowanie, z późniejszymi zmianami
- PN - EN 12464-1:2003 „Technika świetlna. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy wewnątrz pomieszczeń”
- „Instalacje elektryczne i teletechniczne. Poradnik monterów i inżynierów elektryków. Obliczanie. Projektowanie. Montaż. Eksploatacja” – stan prawny na styczeń 2006 r.
- WTWIO robot budowlanych; część D: roboty instalacyjne. Zeszyt 1: Instalacje elektryczne i piorunochronne w budynkach mieszkalnych – ITB, W-wa 2003
- Rozporządzenie MSWIA z dn. 16-06-2003r. D.U. Nr 121 poz. 1138 „W Sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów” z późniejszymi zmianami
- **PN-IEC - 60364-4-482** Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych - Ochrona przeciwpożarowa
- **PN-IEC - 60364-5-51** Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Postanowienia ogólne
- **PN-IEC - 60364-5-54** Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Uziemienia i przewody ochronne
- **PN-IEC - 60364-5-523** Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała przewodów

- **PN-IEC 60364-4-47** Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo - Zastosowanie środków ochrony zapewniających bezpieczeństwo - Postanowienia ogólne - Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.

7. Opis energetyczny budynku

Dla pokrycia zapotrzebowania mocy w warunkach normalnych obiekt nie wymaga zwiększenia dostawy mocy. Obecnie obiekt zasilany jest przyłączem ziemnym. Wewnątrz istniejącego obiektu wykonano prace polegające na dostosowaniu instalacji wewnętrznych do aktualnie obowiązujących przepisów oraz przebudowano układ zasilania w sposób umożliwiający rozdział energii dwóm użytkownikom : przedszkolu i żłobkowi. Instalacja została wyposażona zamontowany w złączu budynku przeciwpożarowy wyłącznik prądu odcinający dopływ energii do wszystkich obwodów wewnątrz projektowanego obiektu z przyciskiem wyzwalającym zlokalizowanym przy wyjściu ewakuacyjnym. Rozwiązanie to umożliwia niezależne odcinanie zasilania w poszczególnych strefach obiektu. Schemat ogólny podziału energii wewnątrz obiektu nie jest przedmiotem opracowania. Do prac projektowych posłużono się między innymi protokołami okresowych pomiarów instalacji elektrycznej.

8. Instalacja oświetlenia ogólnego, instalacja gniazd wtyczkowych ogólnych

Do oświetlenia pomieszczenia zastosowano oprawy świetlówkowe rastrowe oraz kompaktowe. Uzyskane natężenie oświetlenia pokazano na rysunkach natężenia oświetlenia w poszczególnych obszarach pomieszczenia. Oprawy mocowane będą bezpośrednio do stropu lub do ścian. Sposób wykonania instalacji oświetleniowej i gniazd wtyczkowych oraz zastosowany osprzęt pokazano na planie instalacji. Do wykonania instalacji oświetlenia ogólnego należy zastosować przewody typu H07VV-U3G1,5, H07VV-U4G1,5, H07VV-U5G1,5, dla gniazd wtyczkowych 1-f H07VV-U3G2,5 a dla gniazd 3f H07VV-U5G2,5. Dla urządzeń specjalnych dobrano przewody zgodnie z danymi technicznymi urządzeń. Główne ciągi przewodów zarówno dla instalacji gniazd wtyczkowych ogólnoużytkowych oraz dla instalacji oświetlenia ogólnego należy prowadzić w podtynkowo rurkach ochronnych Peschla. **Nie dopuszcza się mocowanie przewodów obwodów i odbiorów końcowych bezpośrednio do stropu i ścian.** Gniazdka wtyczkowe ogólnego przeznaczenia montować na wysokości 30 cm od podłogi, a gniazdka wtyczkowe w obrębie blatów i stołów roboczych montować na wysokości 110 cm. Wyłączniki montować na wysokości 110 cm od podłogi. Przy montażu gniazd i wyłączników zachować minimalną odległość 60 cm od krawędzi umywalk mierzoną w rzucie poziomym.

9. Instalacja oświetlenia awaryjnego ewakuacyjnego, przeszkodowego oraz oświetlenia kierunkowego

Zaprojektowany system spełnia wszystkie wymagania zgodne z obowiązującymi w Polsce przepisami:

- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21-04-2006 w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 80, poz. 563 z dnia 11.05.2006r)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12-04-2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie (tekst jednolity Dz.U. Z 2002r. Nr 75 poz. 690)
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki morskiej z dnia 30-05-2000r. W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 63 z 2000r. Poz. 735 DZIAŁ VIII BEZPIECZEŃSTWO POŻAROWE)
- PN-84 E-02033 Oświetlenie światłem elektrycznym
- PN-EN 50172 Systemy oświetlenia ewakuacyjnego
- PN-IEC364-4-481 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo
- PN-IEC60364-7-714 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych Wymagania specjalnych instalacji lub lokali
- PN-EN 50172 „Systemy oświetlenia awaryjnego”

Oświetlenie ewakuacyjne zrealizowane będzie za pomocą modułu oświetlenia awaryjnego zamontowanego w wyznaczonych oprawach. W tym celu do oznaczonej lampy należy doprowadzić nierozłączalną fazę. Przy zaniku fazy uaktywnia się moduł oświetlenia awaryjnego zapewniając niezbędne oświetlenie na czas 2 godzin. Zapewniono natężenie oświetlenia ewakuacyjnego wynoszące minimum 1 lx na poziomie posadzki, załączanie do 2 sekund od zaniku zasilania oraz natężenie 5 lx w pobliżu wewnętrznych urządzeń gaśniczych. Zastosowano oprawy wyposażone w moduły testujące ich sprawność.

9.2. Ekwi potencjalizacja - połączenie wyrównawcze metalowych instalacji

W przypadku zewnętrznej instalacji piorunochronnej, która nie jest izolowana, połączenie wyrównawcze powinno być instalowane w przyziemiu lub w przybliżeniu przy powierzchni ziemi. Przewody łączące powinny być przyłączone do szyny wyrównawczej skonstruowanej i zainstalowanej w sposób umożliwiający łatwy dostęp do sprawdzania. Szyna wyrównawcza powinna być połączona z uziomem. Szyny wyrównawcze należy zabudować na poziomie tablicy rozdzielczej. Dopuszcza się zainstalowanie większej ilości szyn wyrównawczych niż wskazane pod warunkiem, że będą one wzajemnie połączone. Piorunowe połączenia wyrównawcze powinny być bezpośrednie i proste jak to tylko możliwe. Do połączenia różnych szyn

wyrównawczych i do połączenia szyn wyrównawczych z uziomem należy użyć bednarki stalowej o minimalnym przekroju 50 mm² i minimalnej grubości 2,5 mm. Do połączenia wewnętrznych metalowych instalacji z szynami wyrównawczymi należy użyć przewodu typu LgY 6 mm² (o ile nie ma innych wskazań). Ekwipotencjalizacji należy poddać wszystkie urządzenia oraz metalowe elementy wyposażenia pomieszczeń kuchni. W tym celu do miejsc wskazanych na rysunku IE 01 należy doprowadzić przewód LgY 6mm² i zakończyć je w puszcze podtynkowej zaciskiem. Od zacisku należy wyprowadzić do chronionych urządzeń przewód elastyczny o przekroju 6 mm².

10. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

W budynku zgodnie z warunkami technicznymi zaprojektowano układ sieci typu TN. Projektowane obwody odbiorcze należy zabezpieczyć wyłącznikami nadmiarowo-prądowymi, a także dodatkowo wyłącznikami różnicowoprądowym.

Należy zastosować następujące środki ochrony przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) w projektowanych obwodach odbiorczych:

- ochrona polegająca na izolowaniu części czynnych,
- ochrona polegająca na zastosowaniu obudów i barier,
- ochrona uzupełniająca za pomocą urządzeń różnicowoprądowych o prądzie znamionowym różnicowym $I_N \leq 30[\text{mA}]$.

Należy zastosować następujące środki ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) w projektowanych obwodach odbiorczych:

- samoczynnego wyłączenia zasilania w układzie sieci TN-S z elementami wykonawczym w postaci wyłączników nadmiarowo prądowych i różnicowoprądowych,
- ochronę przez zastosowanie urządzeń II klasy ochronności lub o izolacji równoważnej.

Schematy połączeń pokazano na rysunku IE 02. Wszystkie metalowe elementy należy metalicznie połączyć ze sobą przewodami LgY 6 mm². Przewody ochronne PE należy doprowadzić do wszystkich punktów odbioru energii elektrycznej. Przewody uziemienia ochronnego PE winny być w trwały sposób oznaczone kolorem żółto-zielonym a przewody uziemienia roboczego N w kolorze niebieskim. Instalację zaprojektowano dla układu pracy **TN** ; instalacja od złącza kablowego zasilana jest kablem pięcioletowym - L1,L2,L3,PEN. Przewód ochronny PE o przekroju min.25 mm² doprowadzany do rozdzielni winien być metalicznie połączony z uziomem budynku - szyną wyrównawczą PE.

11. Obliczenia i dobór elementów instalacji – obliczenia obwodów odbiorczych

Przy projektowaniu instalacji elektrycznej zapewniono spełnienie następujących wymagań:

- ochrony ludzi i pomieszczeń od niebezpieczeństw mogących wystąpić w instalacji elektrycznej takich jak:
 - porażenie prądem elektrycznym,
 - nadmiernym wzrostem temperatury mogącym spowodować pożar lub inne szkody.
- prawidłowe działanie instalacji elektrycznej zgodnie z przeznaczeniem.

Spełnienie tych wymagań nastąpiło poprzez spełnienie w projekcie instalacji elektrycznej następujących kryteriów:

- przekrój przewodów został określony stosownie do:
 - ich dopuszczalnej maksymalnej temperatury wynikającej z wielkości obciążenia,
 - dopuszczalnego spadku napięcia,
 - oddziaływań elektromechanicznych mogących powstawać podczas zwarć,
 - oddziaływań mechanicznych, na które przewody mogą być narażone,
- wybór typu przewodów i sposoby ich instalowania zależą od:
 - właściwości środowiska,
 - dostępności do ułożonej instalacji dla ludzi,
 - oddziaływań mechanicznych na przewody,
 - napięcia,
- rodzaje i dane znamionowe zabezpieczeń urządzeń są dobrane z uwzględnieniem funkcji, jaką mają one spełniać, czyli przed jakimi skutkami powinny zabezpieczać:
 - przeciążenia,
 - prądu zwarciovego,
 - przepięcia,
 - obniżenia wartości napięcia lub zaniku,
- wyposażenie zastosowane w instalacji elektrycznej spełnia wymagania odpowiednich norm.

11.1. Obciążalność prądowa długotrwała

Według normy PN-IEC 60364-523: „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. „Oprzewodowanie” obciążalność prądowa długotrwała”, powinna być spełniona zależność:

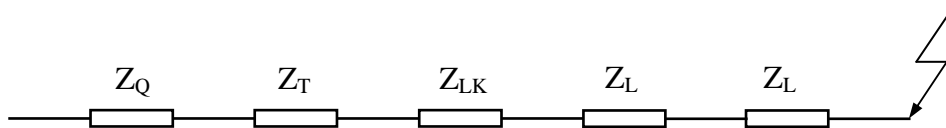
$$I_Z \geq I_B$$

$$I_B = \frac{P_{nM}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta \cdot \cos \varphi} = \dots [A]$$

Obciążalność prądowa długotrwała dla trzech żył obciążonych dla przewodu YDYżo 5x..... mm² wynosi:

Warunek: A ≥ A jest spełniony

Wyznaczenie prądów zwarciovych przy zwarciu trójfazowym w celu doboru aparatów i przewodów na warunki zwarciove.



Układ połączeń impedancji przy zwarciu trójfazowym

11.2. Wyznaczenie impedancji zwarcia trójfazowego

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} = \dots [\Omega]$$

$$R_k = R_Q + R_T + R_{LK} + R_{L1} + R_{L2} = \dots [\Omega]$$

$$X_k = X_Q + X_T + X_{LK} + X_{L1} + X_{L2} = \dots [\Omega]$$

Układ zasilający Q: $R_Q \approx 0$; $X_Q \approx Z_Q = \frac{1.1U_n^2}{S_k} = \dots [\Omega]$

Transformator T: $Z_T = \frac{\Delta U_{k\%} \cdot U_n^2}{100S_{nT}} = \dots [\Omega]$ $R_T = \frac{\Delta P_{n\%} \cdot U_n^2}{100S_{nT}} = \dots [\Omega]$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \dots [\Omega]$$

Linie i obwody odbiorcze L_{LK} , L_1 , L_2 :

dla L_{LK} : $l_{LK} = \dots [m]$; $s_{LK} = \dots [mm^2]$; $\gamma = \dots [m/\Omega \cdot mm^2]$; $X' = \dots [\Omega/km]$

$$R_{LK} = \frac{l_{LK}}{\gamma \cdot s_{LK}} = \dots [\Omega]; \quad X_{LK} = X' \cdot l_{LK} = \dots [\Omega]$$

dla L_1 : $l_1 = \dots [m]$; $s_1 = \dots [mm^2]$; $\gamma = \dots [m/\Omega \cdot mm^2]$; $X' = \dots [\Omega/km]$

$$R_{L1} = \frac{l_1}{\gamma \cdot s_1} = \dots [\Omega]; \quad X_{L1} = X' \cdot l_1 = \dots [\Omega]$$

dla L_2 : $l_2 = \dots [m]$; $s_2 = \dots [mm^2]$; $\gamma = \dots [m/\Omega \cdot mm^2]$; $X' = \dots [\Omega/km]$

$$R_{L2} = \frac{l_2}{\gamma \cdot s_2} = \dots [\Omega]$$

$$X_{L2} = X' \cdot l_2 = \dots [\Omega]$$

11.3. Wyznaczenie prądu zwarciego

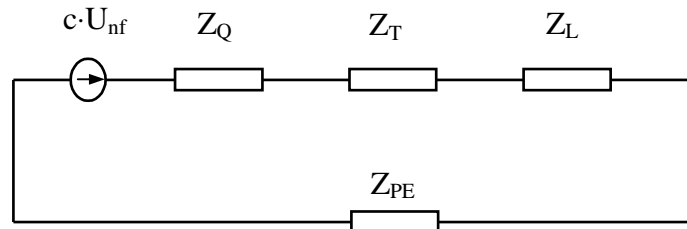
Wyznaczenie prądu zwarciego I_k'' oraz udarowego prądu zwarciego i_p przy zwarciu trójfazowym.

$$I_k'' = \frac{1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k} = \dots [kA]$$

$$i_p = \sqrt{2} \cdot \chi \cdot I_k'' = \dots [kA]$$

$$\chi = 1,02 + 0,98e^{-\frac{3R_k}{X_k}} = \dots$$

Wyznaczenie prądów zwarciovych przy zwarciu jednofazowym dla sprawdzenia skuteczności działania zabezpieczeń zwarciovych jako elementów systemu ochrony przeciwporażeniowej.



Układ połączeń impedancji przy zwarciu jednofazowym

Wyznaczenie impedancji zwarcia jednofazowego

$$Z_{kw1} = \sqrt{R_{kw1}^2 + X_{kw1}^2}$$

$$R_{kw1} = 2R_Q + 2R_T + R_{0T} + 1,24(2R_{LK} + 2R_{L1} + 2R_{L2} + R_{0LK} + R_{0L1} + R_{0L2})$$

$$X_{kw1} = 2X_Q + 2X_T + X_{0T} + 2X_{LK} + X_{0LK} + 2X_{L1} + X_{0L1} + 2X_{L2} + X_{0L2}$$

Układ zasilający Q:

$$R_Q \approx 0; \quad R_{0Q} = 0$$

$$X_Q \approx Z_Q = \frac{1,1U_n^2}{S_k''}; \quad X_{0Q} = 0$$

Transformator T:

$$Z_T = \frac{\Delta U_{k\%} \cdot U_n^2}{100S_{nT}}$$

$$R_T = \frac{\Delta P_{n\%} \cdot U_n^2}{100S_{nT}}; \quad R_{0T} = R_T$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}; \quad X_{0T} = 0,95X_T$$

Linie i obwody odbiorcze L_{LK}, L_1, L_2 :

$$\text{dla } L_{LK}: l_{LK} = \dots [m]; s_{LK} = \dots [mm^2]; \gamma = \dots [m/\Omega \cdot mm^2]; X' = \dots [\Omega/km]$$

$$R_{LK} = \frac{l_1}{\gamma \cdot s_1}; \quad R_{0LK} = 4R_{LK}$$

$$X_{LK} = X' \cdot l_1; \quad X_{0LK} = 3.5R_{LK}$$

dla L_1 : $l_1 = \dots$ [m]; $s_1 = \dots$ [mm²]; $\gamma = \dots$ [m/Ω·mm²]; $X' = \dots$ [Ω/km]

$$R_{L1} = \frac{l_1}{\gamma \cdot s_1}; \quad R_{0L1} = 4R_{L1}$$

$$X_{L1} = X' \cdot l_1; \quad X_{0L1} = 3.5R_{L1}$$

dla L_2 : $l_2 = \dots$ [m]; $s_2 = \dots$ [mm²]; $\gamma = \dots$ [m/Ω·mm²]; $X' = \dots$ [Ω/km]

$$R_{L2} = \frac{l_2}{\gamma \cdot s_2}; \quad R_{0L2} = 4R_{L2}$$

$$X_{L2} = X' \cdot l_2; \quad X_{0L2} = 4X_{L2}$$

Wyznaczenie prądu zwarciovego przy zwarcu jednofazowym

$$I_{k1}'' = \frac{0.95 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n}{Z_{kw1}}$$

11.4. Zabezpieczenie przewodów przed skutkami przeciążeń

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

Warunki: $I_2 \leq 1.45 \cdot I_Z$

Linie należy zabezpieczyć zgodnie ze schematami urządzeniami o prądach znamionowych określonych na rysunku i w tabelach zbiorczych.

11.5. Zabezpieczenie przewodów przed skutkami zwań

$$t_{km} = \left(k \cdot \frac{s}{I_k''}\right)^2 \geq t_{wm}$$

Warunek:

$$k^2 \cdot s^2 \geq \int i^2 dt$$

lub

Przekrój przewodu linii L wynosi $s = \dots$ mm², stąd:

$$\text{Warunek: } t_{km} = \left(k \cdot \frac{s}{I_k''}\right)^2 \geq t_{wm} \quad \text{lub} \quad k^2 \cdot s^2 \geq \int i^2 dt \text{ jest spełniony}$$

11.6. Sprawdzenie doboru przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia

$$\Delta U_{\%} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100}{U_n} I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

lub

$$\Delta U_{\%} = \frac{100P \cdot l}{\gamma \cdot s \cdot U_n^2}; \text{ (dla } s_{Cu} < 50 \text{ mm}^2 \text{ lub } s_{Al} < 70 \text{ mm}^2)$$

$$\Delta U_{\%LK} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100}{U_n} I_{nM} (R_{LK} \cos \varphi + X_{LK} \sin \varphi) [\%]$$

stąd:

$$\Delta U_{\%L1} = \frac{100P_{nM} \cdot l_1}{\gamma \cdot s_{L1} \cdot U_n^2}; \quad \Delta U_{\%L2} = \frac{100P_{nM} \cdot l_2}{\gamma \cdot s_{L2} \cdot U_n^2}$$

Warunek: $5\% \geq \Delta U_{\%} = \Delta U_{\%LK} + \Delta U_{\%L1} + \Delta U_{\%L2}$ jest spełniony

11.7. Sprawdzenie doboru urządzeń ze względu na ochronę przeciwporażeniową

Sprawdzenie doboru urządzeń ze względu na ochronę przeciwporażeniową przy zastosowaniu samoczynnego wyłączenia zasilania w układzie sieci TN

$$R_A \cdot I_a \leq U_0$$

W układzie TN wymagany czas zadziałania urządzenia zabezpieczającego mniejszy od 0,2 sek, a stąd prąd zadziałania urządzenia I_a ;

Warunek: $R_A \cdot I_a \leq U_0 = 230V$ jest spełniony

Dla wyżej wymienionych założeń przeprowadzono zgodnie z PN IEC 60364.5.523.2001 tok obliczeń dla wszystkich obwodów.

12. Alternatywne rozwiązania.

Alternatywy są możliwe w przypadkach, kiedy proponowane rozwiązania są mniej kosztowne i co najmniej równorzędne konstrukcyjnie, funkcjonalnie i technicznie w stosunku do wskazanych w dokumentacji. Rozwiązaniom takim winny towarzyszyć wszelkie informacje konieczne dla kompletnej oceny przez Biuro Projektów łącznie z rysunkami, obliczeniami projektowymi, specyfikacjami technicznymi, przedziałem cen, proponowaną technologią budowy i innymi istotnymi szczegółami.

Jeżeli oferent zdecyduje się na zastosowanie rozwiązania alternatywnego, powinien do oferty dołączyć pisemną zgodę od Projektanta, stwierdzającą o równoważności technicznej i funkcjonalnej rozwiązań.

13. Uwagi końcowe

- Przewód ochronny należy wykonać przewodem w kolorze żółto- zielonym.
- Nie wolno stosować przewodu żółto-zielonego jako przewodu fazowego lub neutralnego.
- Zabrania się łączenia przewodów PE i N.
- Wszystkie prace należy wykonać zgodnie z aktualnie obowiązującymi normami i przepisami. Po wykonaniu robót należy sporządzić dokumentację powykonawczą i przekazać ją inwestorowi.

14. Wyniki obliczeń zapotrzebowania na energię końcową na potrzeby oświetlenia wbudowanego

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na oświetlenie E_{KL} obliczono się według wzoru:

$$E_{KL} = E_{Lj} \cdot A_f \text{ kWh/rok}$$

gdzie:

Roczne Jednostkowe zapotrzebowanie na energię użytkową do oświetlenia E_{Lj} w poszczególnych pomieszczeniach lub budynku obliczono według wzoru:

$$E_{Lj} = F_c \cdot P_n / 1000 \cdot [(t_D \cdot F_o \cdot F_D) + (t_N \cdot F_o)]$$

gdzie:

P_n	moc Jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego w danym wnętrzu lub budynku użyteczności publicznej przyjmowana na podstawie projektu oświetlenia budynku lub na podstawie § 180a przepisów techniczno-budowlanych	W/m ²
t_D	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z tabelą 6	h/rok
t_N	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z tabelą 6	h/rok
F_c	współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego. W przypadku braku regulacji prowadzącej do utrzymywania natężenia oświetlenia na poziomie wymaganym wartość współczynnika F_c wynosi 1.	
F_o	współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, zgodnie z tabelą 8	
F_D	współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z tabelą 7	

Uwaga: Jeżeli istnieje kilka wydzielonych instalacji oświetleniowych, obliczenia przeprowadza się oddzielnie dla każdego przypadku. Wartości cząstkowe uwzględnione we wzorze wyznaczono w oparciu o:

- obowiązujące przepisy,
- dokumentację techniczną budynku i instalacji oraz urządzeń elektrycznych,
- wiedzę techniczną oraz wizję lokalną obiektu,
- dostępne dane katalogowe urządzeń i elementów instalacji oświetleniowej.

W przypadku braku danych dla budynków istniejących skorzystano odpowiednio z tabel 6-8.

Tabela 6. Roczne uśrednione czasy użytkowania oświetlenia w budynkach niemieszkalnych

Lp.	Typ budynku	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku [h/rok]		
		t_D	t_N	t_O
1	Biura	2250	250	2500
2	Szkoły	1800	200	2000
3	Szpitala	3000	2000	5000
4	Budynki gastronomii i usług	1250	1250	2500
5	Dworce kolejowe, lotniska, muzea, hale wystawiennicze	2000	2000	4000
6	Budynki handlowe	3000	2000	5000

p.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	F_d
1	Biura, dworce kolejowe, lotniska, muzea, hale wystawiennicze	Ręczna	1
		Regulacja światła z uwzględnieniem światła	0,9
2	Budynki handlowe, budynki gastronomii i usług	Ręczna	1
3	Szkoły, szpitale	Ręczna	1
		Regulacja światła z uwzględnieniem światła	0,8

Założono, że co najmniej 60 % mocy instalowanej jest sterowane.

Tabela 8. Uwzględnienie wpływu nieobecności pracowników w miejscu pracy

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	F_o
1	Biura, szkoły	Ręczna	1.0
		Automatyczna	0.9
2	Budynki handlowe, gastronomii i usług, dworce kolejowe, lotniska, muzea, hale wystawiennicze	Ręczna	1.0
3	Szpitala	Ręczna (częściowo automat.)	0.8

W przypadku automatycznej regulacji co najmniej jeden czujnik obecności powinien być zainstalowany w pomieszczeniu, a w pomieszczeniach dużych co najmniej jeden czujnik obecności na 30 m².
Założono, że w przypadku automatycznej regulacji co najmniej 60 % mocy instalowanej jest sterowane.

Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego obliczono według wzoru:

$$F_C = (1 + MF)/2$$

Współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia, przyjmowany na podstawie projektu, gdy stosowana jest regulacja natężenia oświetlenia, w praktyce jego wartość wynosi przeważnie 0,8-0,9; gdy nie zastosowano regulacji to przyjmuje się 1,0.

Średnią ważoną moc jednostkową budynku ocenianego P_N i średnio ważone zapotrzebowanie na energię elektryczną użytkową E_{LO} oświetlenia wbudowanego w budynku ocenianym obliczono według wzorów:

$$P_n = [\sum(P_j \cdot A_{fj})] / \sum A_f \quad \text{W/m}^2$$

gdzie:

P_j	Moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego zainstalowana w j-tym pomieszczeniu	W/m^2
A_j	Powierzchnia użytkowa j-tego pomieszczenia	m^2

$$EL = [\sum_j (EL_i \cdot A_{fj})] / \sum A_f \quad \text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$$

Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na energię pomocniczą

Energia pomocnicza jest niezbędna w tym przypadku do utrzymania w ruchu systemów technicznych ogrzewania, chłodzenia i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. Jako energia pomocnicza jest wykorzystywana energia elektryczna, która w przyjętej metodzie oceny jest energią końcową, przeliczoną na energię pierwotną wg zależności 1.3 i 1.4 załącznika nr 5 do rozporządzenia.

lp.	opis pomieszczenia	powierzchnia pomieszczenia	typ budynku	Rodzaj regulacji	zainstalowana w pomieszczeniu moc jednostkowa W/m^2	czas użytkowania w ciągu dnia h/rok	czas użytkowania w nocy h/rok	współczynnik korygujący	współczynnik nieobecności użytkowników	współczynnik wykorzystania światła dziennego	roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię do oświetlenia pomieszczenia $kWh/(m^2rok)$
		A_j			P_j	t_D	t_N	F_C	F_O	F_d	E_{Lj}
1.	Szatnia personelu	8,00	Szkoły	Ręczna	9,30	1800	200	0,95	1,0	1,0	17,67
2.	WC personelu kuchni	3,00	Szkoły	Ręczna	24,00	1800	200	0,95	1,0	1,0	45,60
3.	Spizarnia	6,00	Szkoły	Ręczna	19,80	1800	200	0,95	1,0	1,0	37,62
4.	Kuchnia	51,00	Szkoły	Ręczna	26,70	1800	200	0,95	1,0	1,0	50,73
5.	Pomieszczenie gospodarcze	5	Szkoły	Ręczna	13,00	1800	200	0,95	1,0	1,0	24,70
6.											
7.											
8.											
9.											
10.											
11.											
12.											
13.											
14.											
15.											
16.											
17.											
18.											
19.											
20.											
			Średnia ważona moc jednostkowa budynku P_N	23,18					Średnio ważne zapotrzebowanie na energię elektryczną użytkową E_{LO}		44,04
				W/m^2				$kWh/(m^2rok)$			

15. Uwagi dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia na budowie.

Jako podstawową zasadę podczas prowadzenia wszelkich prac budowlanych należy przyjąć stwierdzenie:

„Wszelkie prace budowlane powinny być prowadzone pod nadzorem osób do tego uprawnionych, z zachowaniem warunków zawartych w polskich przepisach i normach budowlanych oraz zgodnie ze sztuką budowlaną”

W szczególności:

- Teren budowy obejmujący części budynku, w których prowadzona będzie modernizacja oraz układane nowe instalacje elektryczne winne być zabezpieczone w sposób trwały uniemożliwiający dostęp osobom obcym.
- Ogrodzenie placu budowy powinno być tak wykonane, aby nie stwarzało zagrożenia dla ludzi,
- W ogrodzeniu placu budowy powinny być wykonane oddzielne bramy dla ruchu pieszego i pojazdów,
- Drogi dojazdowe powinny posiadać utwardzoną nawierzchnię,
- Przejścia i miejsca niebezpieczne powinny być oznakowane znakami ostrzegawczymi lub znakami zakazu oraz powinny być dobrze oświetlone,
- Składowiska materiałów budowlanych i urządzeń technicznych powinny być wykonane w sposób zabezpieczający przed możliwością wywrócenia, zsunięcia lub rozsunięcia się składowanych materiałów i elementów,
- Podczas mechanicznego załadunku i rozładunku materiałów budowlanych, ziemi itp. przemieszczanie ich bezpośrednio nad ludźmi oraz nad kabiną kierowcy jest zabronione,
- Przy stosowaniu rusztowań oraz drabin dla prac na wysokości stosować elementy całkowicie sprawne technicznie
- Przy składowaniu materiałów odległość stosów nie powinna być mniejsza niż: 0,75 m – od ogrodzenia i zabudowań; 5,00 m – od stałego stanowiska pracy,
- Sprzęt zmechanizowany i pomocniczy powinien posiadać ustalone parametry, takie jak dopuszczalny udźwig, nośność, ciśnienie i temperaturę, uwidocznione przez trwałe i wyraźny napis,
- Ruchome części mechanizmów sprzętu zmechanizowanego i pomocniczego zagrażające bezpieczeństwu powinny być zaopatrzone w osłony zapobiegające wypadkom,
- Urządzenia elektryczne powinny być wykonane, utrzymywane i eksploatowane zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami,
- Skrzynki rozdzielcze prądu do zasilania urządzeń mechanicznych na placu budowy powinny być zabezpieczone przed dostępem osób niepowołanych. Skrzynki te powinny być tak rozmieszczone na placu budowy, aby odległość od urządzeń zasilanych była jak najkrótsza,
 - Wszystkie prace instalacyjne winny być skoordynowane i wykonywane zgodnie z harmonogramem prac ogólnobudowlanych, instalacji elektrycznych wewnętrznych oraz instalacji sanitarnych opracowanym przez kierownika budowy.

W przypadku wystąpienia zagrożenia należy niezwłocznie powiadomić kierownika budowy oraz kierującego robotami instalacji elektryczny