

1. SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU

Strona tytułowa	1
1. Spis zawartości projektu.....	2
2. Opis do projektu zagospodarowania działki	3
3. Oświadczenie	4
4. Opis techniczny.....	5
5. Uwagi końcowe	14
6. Bilans mocy.....	16
7. Obliczenia elektryczne	18
8. Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia	24
9. Rysunek nr 1.1 – Schemat elektryczny rozdzielni RG.....	26
10. Rysunek nr 1.2 – Schemat blokowy rozdzielni RG.....	27
11. Rysunek nr 2 – Schemat elektryczny rozdzielni R1	28
12. Rysunek nr 3 – Schemat elektryczny rozdzielni R2	30
13. Rysunek nr 4 – Schemat elektryczny rozdzielni R3	35
14. Rysunek nr 5 – Schemat elektryczny rozdzielni R4	39
15. Rysunek nr 6 – Schemat elektryczny rozdzielni R5	40
16. Rysunek nr 7 – Instalacja elektryczna oświetlenia - piwnicy	41
17. Rysunek nr 8 – Instalacja elektryczna oświetlenia - parteru.....	42
18. Rysunek nr 9 – Instalacja elektryczna oświetlenia - piętra	43
19. Rysunek nr 10 – Instalacja elektryczna oświetlenia - poddasza.....	44
20. Rysunek nr 11 – Instalacja elektryczna gniazd wtykowych - piwnicy	45
21. Rysunek nr 12 – Instalacja elektryczna gniazd wtykowych - parteru.....	46
22. Rysunek nr 13 – Instalacja elektryczna gniazd wtykowych - piętra	47
23. Rysunek nr 14 - Instalacja elektryczna odgromowa	48
24. Załączniki	49

2. OPIS DO PROJEKTU ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI.

Celem niniejszego opracowania jest wykonanie projektu budowlanego instalacji elektrycznej wewnętrznej modernizacji infrastruktury edukacyjnej i wzmocnienia systemu oświaty dla rozszerzenia działań w zakresie zajęć pozalekcyjnych w mieście Leżajsk w Szkole Podstawowej nr 1 w Leżajsku przy ul. Gunwaldzkiej 1.

Wyżej wymieniona działka nie figuruje w rejestrze zabytków oraz nie znajduje się na terenie wpływów górnictwa. Budowa niniejszej inwestycji nie wpłynie negatywnie ani nie pogorszy stanu środowiska naturalnego w czasie budowy jak i późniejszym okresie eksploatacji.

3. OŚWIADCZENIE:

Stosowanie do przepisu art. 20 ustęp 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo Budowlane/Dz. U. nr 207 z 2003r. poz. 2016 z późniejszymi zmianami. Oświadczam, że instalacja elektryczna modernizacji infrastruktury edukacyjnej i wzmocnienia systemu oświaty dla rozszerzenia działań w zakresie zajęć pozalekcyjnych w mieście Leżajsk w Szkole Podstawowej nr 1 w Leżajsku przy ul. Gunwaldzkiej 1, została sporządzona zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

Wszelkie odstępstwa od rozwiązań przyjętych w dokumentacji projektowej dokonane bez zgody i wiedzy projektanta zwalniają go od odpowiedzialności prawnej za skutki wynikłe z dokonanej zmiany.

4. OPIS TECHNICZNY

4.1. Warunki formalne i prawne do wykonania projektu:

- ✱ projekt zostaje wykonany na zlecenie inwestora;
- ✱ wybór rodzaju urządzeń i instalacji elektrycznych oraz ich lokalizacja zostały ustalane z inwestorem w czasie powstawania opracowania;
- ✱ projekt powstaje na rzutach kondygnacji oraz więźby dachowej po wykonaniu inwentaryzacji na istniejącym budynku;
- ✱ opracowanie projektu związane jest ściśle z obowiązującymi normami, katalogami oraz przepisami, a przede wszystkim:
 - z Przepisami Budowy Urządzeń elektrycznych,
 - z Przepisami związanymi z wykonaniem projektu;

4.2. Polskie normy stosowane w instalacjach elektrycznych:

- ✱ PN-IEC 60364-5-56:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.
- ✱ PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
Ochrona
dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
- ✱ PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczna w obiektach budowlanych.
Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.
- ✱ PN-E-05033:1994 Wytyczne do instalacji elektrycznych. Dobór i montaż
wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.
- ✱ PN-EN 12464-1 Oświetlenie miejsc pracy. Miejsca pracy we wnętrzach.

4.3. Przedmiot i zakres opracowania.

Niniejszy projekt swoim zakresem obejmuje zaprojektowanie instalacji elektrycznych wewnętrznych modernizacji infrastruktury edukacyjnej i wzmocnienia systemu oświaty dla rozszerzenia działań w zakresie zajęć pozalekcyjnych w mieście Leżajsk w Szkole Podstawowej nr 1 w Leżajsku przy ul. Gunwaldzkiej 1.

Budynek nie posiada podpiwniczenia ani pięter tylko poziom parteru, na którym została zaprojektowana instalacja elektryczna oświetlenia i gniazd wtykowych.

4.4. Teren budowy.

Teren placu budowy sieci elektroenergetycznej nie jest wpisany do rejestru zabytków i w związku z powyższym nie podlega ochronie.

4.5. Dane techniczne obiektu budowlanego charakteryzuje wpływ obiektu budowlanego na środowisko.

Do rozbudowy budynku zaprojektowane zostały materiały, które są przyjazne środowisku. Są to linie kable i przewody nn., rury osłonowe na istniejącej infrastrukturze, które podczas normalnej pracy nie emitują do środowiska szkodliwego promieniowania elektromagnetycznego. Przy wykonywaniu prac budowlanych należy zwrócić uwagę, aby przypadkowo nie zanieczyścić gleby substancjami ropopochodnymi, olejami lub innymi szkodliwymi dla otoczenia pochodzącymi ze sprzętu technicznego. Projektowane urządzenia elektryczne nie będą miały wpływu na istniejący drzewostan, powierzchnię ziemi, w tym glebę, wody powierzchniowe i podziemne. Przyjęte w projekcie rozwiązania przestrzenne, funkcjonalne i techniczne eliminują wpływ obiektu budowlanego na środowisko przyrodnicze, zdrowie ludzi i inne obiekty budowlane.

4.6. Stan istniejący:

Zasilanie w energię elektryczną do projektowanego budynku jest istniejące jako linia kablowa nn., zakończona łączem kablowym umiejscowionym na zewnątrz budynku. Z łączka kabel następnie trafia do rozdzielni głównej w budynku, w której został zamontowany układ pomiarowy.

Przebudowa instalacji elektrycznej zasilania będzie polegała na wymianie kabla od łączka do rozdzielni RG, rozdzielni układu pomiarowego), sposób wykonania przed przystąpieniem do prac uzgodnić w Zakładzie Energetycznym.

Prace te należy wykonać w porozumieniu z lokalnym zakładem elektroenergetycznym i o wszystkich zmianach należy go informować.

4.7. Stan projektowany:

Projektuje się instalacje elektryczne:

- ✱ oświetlenia wewnętrznego budynku;
- ✱ gniazd wtykowych 1 i 3 – fazowych ogólnego przeznaczenia,
- ✱ odbiorników energii elektrycznej wymagających indywidualnego zabezpieczenia;
- ✱ odgromową;

☛ koordynację zabezpieczeń nad w/w. urządzeniami, na podstawie przekazanych wskazówek oraz wizji lokalnych wykonanych w terenie wraz z przedstawicielami inwestora.

W budynku projektuje się wykonanie instalacji podtynkowych przewodami miedzianymi. Zmiana lokalizacji układu pomiarowego energii elektrycznej należy zgłosić przed rozpoczęciem prac do Zakładu Energetycznego w celu ustalenia rozwiązania, z uwagi na zmieniające się przepisy.

Projektuje się rozdzielnice RG, R1, R2, R3, R4 i R5, wg załączonych schematów, na których przedstawiono sposób ich wyposażenia i zabezpieczenia poszczególnych odbiorników.

Wewnątrz budynku zgodnie z rysunkiem nr 5 zamontować należy przycisk wyłącznika głównego prądu sterującego wyłącznikiem namiarowo - prądowy z członem różnicowym $\Delta I=100\text{mA}$ (zamontowany w rozdzielni głównej RG).

4.8. Instalowanie rozdzielnic:

Zasilanie w energię elektryczną należy wykonać poprzez ułożenie kabla YKY 5x25mm² w relacji złącze kablowe a rozdzielnica główna RG zlokalizowana w projektowanym budynku. Wewnątrz budynku przy wejściach do niego, zgodnie z rysunkiem nr 5 zamontować należy przyciski wyłącznika głównego prądu sterującego wyłącznikiem namiarowo - prądowy z członem różnicowym $\Delta I=100\text{mA}$ (zamontowany w rozdzielni głównej RG).

Na schematach blokowych oraz schemat rozdzielni elektrycznych pokazano sposób wykonania i montażu urządzeń. Projektuje się rozdzielnice RG, R1, R2, R3, R4 i R5.

Projektowane rozdzielnie zabezpieczają obwody zasilające projektowane instalacje w budynku. Wielkość, typ rozdzielni jak i stopień ochrony należy wykonać zgodnie z zapotrzebowaniem i zwrócić uwagi na poniższe sugestie projektanta. Istnieje także możliwość zamontowania w rozdzielniach wentylacji z uwagi na oddawanie ciepła z urządzeń. Szczególną uwagę zwrócić na montaż styczników, które pod wpływem podwyższonej temperatury mogą doprowadzić do zablokowania cewki elektromagnetycznej i w szczególnych przypadkach doprowadzić nawet do powstania pożaru. Należy wyeliminować ingerencję osób postronnych poprzez zastosowanie rozdzielni zamykanych na klucz. W fazie wykonawczej opisać obwody oraz zamieścić w rozdzielni schemat elektryczny z datą i danymi wykonawcy.

Podczas instalowania rozdzielnic należy pamiętać o:

- ☛ wykonanie zasilanie urządzeń dużego znaczenia i obwodów dla potrzeb bezpieczeństwa;
- ☛ przewidzieć **co najmniej 20% rezerwy** na dodatkowe urządzenia;
- ☛ zamontować wyłączniki różnicowo-prądowe ($\Delta I=30\text{mA}$);
- ☛ zainstalować wyłączniki nadmiarowo - prądowe zasilania urządzeń dużego znaczenia i obwodów dla potrzeb bezpieczeństwa tj. gniazda wtykowe oraz instalację oświetlenia;
- ☛ zaopatrzyć rozdzielnice w trwałe oraz czytelne tabliczki znamionowe, opisy i schemat;
- ☛ wykorzystywać przewody i kable elektryczne o przekroju do 10 mm² - wyłącznie z żyłami wykonanymi z miedzi;

- ✱ stosować zasady prowadzenia przewodów i kabli elektrycznych - tylko w liniach prostych, równoległych do krawędzi ścian lub w strefach montażowych nad sufitem podwieszanym;
- ✱ używać przewodów, aparatów i urządzeń posiadających świadectwo dopuszczenia do stosowania w budownictwie lub oznaczone znakiem bezpieczeństwa, wydanym przez uprawnioną jednostkę kwalifikującą.

4.9. Rozmieszczenie elementów wyposażenia:

- W trakcie realizacji projektu należy tworzyć przejrzysty układ funkcjonalny, który będzie umożliwiał łatwy dostęp do elementów w czasie eksploatacji, konserwacji jak również wymiany poszczególnych elementów. Obwody rozdzielnic powinny być opisane zgodnie ze schematami strukturalnymi rozdzielnic w sposób trwały i jednoznaczny;
- W pomieszczeniu występuje możliwość narażenia na występowanie wilgoci bądź kurzu, należy więc zastosować wyłącznie osprzęt o stopniu ochronnym w obudowie izolacyjnej IP-44.

4.10. Uszczelnienie przepustów kabli i przewodów w celu zachowania stref pożarowych.

Zgodnie z opracowanym operatem p./poż. wszystkie przepusty instalacyjne prowadzone przez elementy oddzieliń przeciwpożarowych muszą być wykonane w klasie EI jak dla elementu przez który przechodzą.

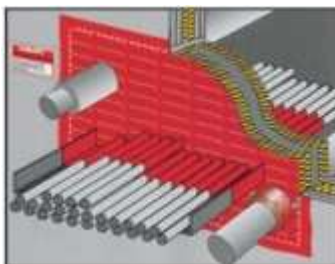
Z uwagi na powyższy fakt przeprowadzania kabli i przewodów elektrycznych przez ściany i stropy, należy zachować klasę odporności ogniowej poprzez zastosowanie produktów np. firmy PROMASTOP®.

Firma produkująca produkty tego typu proponuje wykonywanie przepustów kablowych w trzech wersjach:

- ✱ z wełny mineralnej, w połączeniu z bezrozpuszczalnikową, endotermiczną powłoką PROMASTOP® - Coating;
- ✱ z pianki ogniochronnej PROMAFOAM® - C, w połączeniu z powłoką PROMASTOP® - Coating;
- ✱ z zaprawy ogniochronnej PROMASTOP®, Typ S.

Obok powyższych rozwiązań Promat proponuje system ceramicznych kształtek kablowych PROMASTOP, do bezpyłowego wykonania przepustu pojedynczych kabli. Przejścia pojedynczych przewodów mogą być również w prosty i skuteczny sposób zabezpieczone przez uszczelnienie masą ogniochronną PROMASEAL® lub PROMASEAL® - Mastic.

Sposób wykonywania uszczelnień przedstawiono na załączonym rysunku.



4.11. Instalacja oświetlenia:

Projektuje się wykonanie instalacji elektrycznej wewnętrznej w budynku, zgodnie z rysunkami nr 7, 8, 9 i 10, jako podtynkową przewodami YDYżo3x1,5mm² oraz YDYżo4x1,5mm², ułożonymi na ścianie przy pomocy uchwytych płaskich USMP2/3 w nawierconych wcześniej otworach o średnicy $\varnothing 6\text{mm}$.

Osprzęt górny i dolny wykonać jako podtynkowy (o klasie ochronności IP20 oraz IP44) zamontowany na wysokości 1,2m. Oprawy należy zamontować za pomocą kołków rozporowych. W celu sterowania oświetleniem zewnętrznym należy zainstalować czujniki zmierzchowe.

Oprawy oświetlenia należy montować jako wiszące bądź montować na suficie na wysokości nie przekraczającej 3,2m z uwagi na utrzymanie parametrów oświetlenia wnętrza – przy tej wysokości zostały wykonane obliczenia projektowe pozwalające na dobór co do ilości i sposobu rozmieszczenia opraw.

Poszczególne obwody łączyć należy za pomocą puszek podtynkowych $\varnothing 80\text{mm}$ poza wyszczególnionymi obwodami, które należy łączyć w puszkach hermetycznych. Połączenia w puszkach wykonać przy pomocy złączek np. Wago oczyszczonych uprzednio żył.

Poszczególne obwody zabezpieczyć wyłącznikami różnicowoprądowymi i nadmiarowo - prądowymi wg schematu rozdzielni. Oprawy oświetlenia zewnętrznego zamontować na wysokości min 3m od ziemi nad wejściem do budynku. Pozostałe oprawy montować na wysokości 4-5m. Sposób montażu oraz lokalizację opraw został uzgodniony z inwestorem. Podczas wykonywania instalacji elektrycznej oświetleniowej należy ponownie zweryfikować lokalizację w/w. z inwestorem oraz sprawdzić poprzez wykonanie pomiaru czy została zachowana obowiązująca norma oświetlenia wnętrz.

W pomieszczeniach tj. w których została przewidziana wentylacja mechaniczna do instalacji oświetlenia należy podłączyć zasilanie wentylatorów o średnicy $\varnothing 110\text{mm}$ - przedstawiono to na załączonych rysunkach.

Obwody, których długość przekracza 40m bądź moc zainstalowana jest większa niż 2kW należy zasilic je przewodem YDYżo 3x2,5mm.

W przypadku montażu wyłączników w pomieszczeniach socjalnych, w-c oraz pomieszczeniach socjalnych należy zachować minimalną odległość od wylewów zlewozmywaków i umywalek ma wynosić 60cm.

Podczas wykonywania instalacji należy wykonać sukcesywnie pomiar natężenia oświetlenia podstawowego (sztucznego).

***Uwaga:* Na zlecenie inwestora została wykonana druga koncepcja przedstawiona w kosztorysie inwestorskim polegająca na zamontowaniu zamiennie świetlówek z diodami LED. Inwestor w fazie wykonawstwa podejmie decyzję co do sposobu wykonania i stosowania ze względu na wyższe koszty cen materiału i zmniejszenie poboru energii.**

Uwaga:

W przypadku niezapewnienia wartości natężenia podstawowego oświetlenia (sztucznego) należy zwiększyć ilość zamontowanych opraw zgodnie z normą:

- PN-EN 12464-1 (wyd. listopad 2004 r).

4.12. Instalacja awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego:

Zgodnie z opracowanym operatem p./poż. w budynku projektuje się wykonanie awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego, które zostało opracowane na podstawie norm: **PN-EN-50172: 2005 Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego; PN-EN-1838:2005 Zastosowanie oświetlenia. Oświetlenie awaryjne.**

Lampy, które zostały oznaczone symbolem „AW” są oprawami wyposażonymi w wkłady awaryjne (1h) posiadające świadectwo dopuszczenia CNBOP zastosowane na:

☛ drogach ewakuacyjnych oświetlonych wyłącznie światłem sztucznym;

W przypadku braku napięcia zasilania nastąpi zadziałanie układu automatyki powodując załączenie oświetlenia ewakuacyjnego AW trwającego do 1 godziny.

Wartość minimalna natężenia oświetlenia na ciągach komunikacyjnych dla awaryjnego oświetlenia wynosi 1lux a dla urządzeń p./poż., hydrantów, urządzeń instalacji oddymiania - 5lux.

Podczas wykonywania instalacji należy wykonać sukcesywnie pomiar natężenia oświetlenia awaryjnego.

Uwagi:

Oprawy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego muszą posiadać świadectwo dopuszczenia CNBOP.

W przypadku niezapewnienia wartości natężenia awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego należy zwiększyć ilość zamontowanych opraw z wkładami ewakuacyjnymi zgodnie z normami:

- PN-EN 12464-1 (wyd. listopad 2004 r),
- PN-EN 1838 (z 2005 r).

4.13. Instalacja gniazd wtykowych:

W budynku projektuje się instalację podtynkową zgodnie z rysunkiem z rysunkiem nr 5 przewodami YDYżo 3x2,5mm² ułożonymi na ścianie przy pomocy uchwyty płaskich USMP3 w nawierconych wcześniej otworach o średnicy ø6mm.

Osprzęt wykonać jako podtynkowy, zamontowany na wysokości 0,3-0,4m w biurowych pomieszczeniach a na wysokości 1-1,2m w wc, szatniach, magazynach. W budynku połączenia obwodów wykonać przy pomocy hermetycznych za pomocą złączek (np. Vago) wcześniej oczyszczonych żył. Montować gniazda, które posiadają bolce ochronne.

Projektuje się wyłączniki L-P 40A z gniazdem 3x32A+N+PE zasilane przewodem YDYżo 5x6mm².

W przypadku montażu gniazd wtykowych i wyłączników w pomieszczeniach socjalnych, w-c oraz pomieszczeniach socjalnych należy zachować minimalną odległość od wylewek zlewozmywaków i umywalek ma wynosić 60cm.

Przy wejściu głównym do budynku należy zamontować przycisk wyłącznika głównego prądu (p/poż.) i połączyć z rozdzielnią główną przewodem niepalnym wg załączonego rysunku.

4.14. Instalacja odgromowa:

Na projektowanym budynku istnieje instalacja odgromowa, którą należy zmodernizować z uwagi na jej istniejący stan eksploatacyjny. Zaprojektowana została instalacja wg obowiązujących norm i przepisów.

Projektuje się ją tak aby zwody poziome wokół poszycia dachu na projektowanym budynku zostały wykonane z drutu stalowego ocynkowanego $\Phi 8\text{mm}$ wg. załączonego rysunku na uchwytach montowanych do poszycia dachu. Wszystkie połączenia należy wykonać za pomocą zacisków krzyżowych wg. obecnie stosowanych rozwiązań . technicznych i norm.

W celu wykonania otoku poziomego wokół budynku należy pogłężyć na głębokości 1m płaskownik ocynkowany ZnFe 4x25mm². Z uwagi na istniejącą infrastrukturę istnieje możliwość wykonania uziemienia punktowego (metoda zalecana w przypadku skutecznego uzyskania rezystancji uziemienia). Polega ona na miejscowym montażu szpilek o średnicy minimum 16mm o długości od 1,5 do 6m przy zachowaniu warunku, że $R \leq 10\Omega$ (należy pogłężyć odpowiednią ilość prętów). Jeśli metoda ta stanie się nieskuteczna należy wspomagać się uziemieniem poziomym. Do uziemienia podłączyć wszystkie napotkane metalowe części i uziemienia.

Przewody odprowadzające pionowe od poszycia dachu wykonać drutem ocynkowanym $\Phi 8\text{mm}$ i poprowadzić po elewacji budynku lub osłonić w rurze PCV niepalnej o grubości ścianki 5mm mocując na typowych uchwytach.

Złącza kontrolne zamocować w puszkach hermetycznych z PCV na wysokości od 0,3 do 1m powyżej powierzchni gruntu a następnie połączyć z przewodami odprowadzającymi tzn. płaskownikiem ZnFe 4x25mm².

Na dachu przewody odprowadzające połączyć metalicznie za pomocą zacisków rynnowych z metalowym poszyciem dachu w przypadku jego grubości powyżej 0,5mm.

Metalowe obróbki komina należy połączyć z instalacją odgromową przy pomocy drutu stalowego ocynkowanego $\Phi 8\text{mm}$ oraz zacisków rynnowych.

Przed oddaniem instalacji odgromowej do eksploatacji należy wykonać pomiary oporności uziomu i wykonać protokół z pomiaru, które należy dostarczyć inwestorowi.

4.15. Ochrona dodatkowa od porażenia prądem elektrycznym:

Jako system ochrony dodatkowej w istniejącej sieci n/n od porażenia należy zastosować ochronę od porażenia poprzez szybkie wyłączenie napięcia przy użyciu wyłączników różnicowoprądowych. Ochronie podlegają wszystkie części metalowe

aparatów nie będące w normalnych warunkach pod napięciem, a mogące się znaleźć w chwili awarii (rury hydrauliczne, drzwi metalowe, wyposażenie kuchenne).

W/w ochronę wykonać przy użyciu przewodów LgY 6mm² układając ją w rurkach winidurkowych $\varnothing 13\text{mm}^2$ łącząc w puszkach hermetycznych używając złączek ochronnych. W celu ograniczenia przepięć powstających z wyładowań atmosferycznych należy zamontować w rozdzielni głównej RG1 ograniczniki przepięć klasy B + C (np. dehn-ventil). W celu zabezpieczenia przeciwprzepięciowego połączenia ograniczników przepięć wykonać przewodem LgYż/z 10 mm², który należy przyłączyć do szyny PE projektowanej rozdzielni RG1. Wartość oporności uziemienia nie może być większa niż 30Ω. Zasilanie projektowanego budynku odbywa się w układzie sieciowym TN-C-S.

Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem pośrednim realizowana jest przez zastosowanie:

- szybkiego samoczynnego wyłączenia zasilania za pomocą wyłączników instalacyjnych nadprądowych oraz wyłączników różnicowo – prądowych o prądzie $I_{\Delta n}=30\text{ mA}$ - selektywnych.
- połączeń wyrównawczych wszystkich części przewodzących dostępnych
- urządzeń w drugiej klasie ochronności.

4.16. Ochrona dodatkowa od porażenia prądem elektrycznym:

W istniejącej sieci n/n jako system ochrony podstawowej od porażenia zastosowane jest szybkie wyłączenie (zerowanie) w układzie sieci TN-C. W instalacji elektrycznej odbiorczej za licznikowej zastosować ochronę od porażenia poprzez szybkie wyłączenie napięcia przy użyciu wyłączników różnicowoprądowych w układzie sieci TN-S.

Ochronie podlegają wszystkie części metalowe aparatów nie będące w normalnych warunkach pod napięciem, a mogące się znaleźć w chwili awarii.

W rozdzielni RG należy wykonać uziemienie wykorzystując wszystkie napotkane instalacje uziemiające. Do rozdzielni RG wprowadzić należy płaskownik ocynkowany i podłączyć do szyny PE.

W budynku projektuje się zastosowanie ochrony przeciwprzepięciowej w instalacji wewnętrznej z uwagi na zagrożenia piorunowe (wyładowania atmosferyczne). Wyróżnia się cztery kategorie urządzeń:

- I – kategoria – poziom ochrony 1,5kV;
- II – kategoria – poziom ochrony 2,5kV;
- III – kategoria – poziom ochrony 4kV;
- IV – kategoria – poziom ochrony 6kV;

W rozdzielni głównej należy zastosować ochronę klasy B+C zgodnie z załączonym rysunkiem połączeń rozdzielni RG.

Podstawowym warunkiem ochrony przeciwprzepięciowej jest prawidłowo przeprowadzone wyrównanie potencjałów w obiekcie. Zaleca się instalowanie ograniczników przed wyłącznikami różnicowo-prądowymi. Należy skutecznie instalować ograniczniki wg. tzw. kaskadowej ochrony (tj. w kolejności B, C i D) w celu poprawnego działania stopni ochrony. Skuteczną metodą jest także zastosowanie zdefiniowanej długości przewodu między ogranicznikami albo przez stosowanie elementów indukcyjnych (element odprzegający SPL-63/7,5). Cewka SPL jest montowana pomiędzy ogranicznikami klasy I i II.

Uwaga: należy pamiętać aby przewody łączące ograniczniki przepięci były jak najkrótsze. Zapobiega to powstawaniu spadków napięcia na indukcyjności kabli i przewodów łączących przy przepływie prądu.

W/w ochronę wykonać przy użyciu przewodów LgY 6mm² układając ją w rurkach winidurowych $\Phi 13 \text{ mm}^2$ łącząc w puszkach hermetycznych przy użyciu złączek ochronnych ZO 0006 zgodnie z rysunkami nr 11 i 12. W związku z powyższym należy podłączyć wszystkie elementy metalowe z rozdzielniami przewodem ochronnym.

Przed przystąpieniem do prac należy sprawdzić stan instalacji elektroenergetycznego przyłącza nn. do budynku. W celu tym należy sprawdzić stan izolacji przewodu zasilającego oraz wykonać pomiar impedancji pętli zwarcia.

Impedancja całkowita:

$$Z_C = Z_{pom} \cdot 1,25$$

Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej:

$$Z_C \cdot I_A \leq 230V$$

gdzie I_a – prąd wyłączeniowy zastosowanego zabezpieczenia.

Po zakończeniu prac należy ponownie zweryfikować zmierzyć wartość

impedancji pętli zwarcia.

Po zakończeniu prac dotyczących wykonania instalacji elektrycznych, a przed oddaniem ich do eksploatacji należy w/w instalację poddać oględzinom, próbom i pomiarom zgodnie z wymaganiami podanymi w PN-EN 60364-6-61 w celu sprawdzenia, czy została wykonana zgodnie z aktualnymi wymaganiami norm i przepisów dotyczących instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych.

5. Uwagi końcowe:

1. Całość robót należy wykonać zgodnie z przepisami i wymogami;
2. Prace montażowe i nadzór zlecić osobie (firmie) posiadającej uprawnienia w tym zakresie;
3. Przestrzegać przepisy BHP i technologię poszczególnych robót;
4. Wszystkie projektowane prace wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami oraz z niniejszą dokumentacją techniczną;
5. Materiały użyte do budowy winny posiadać atest oraz być dopuszczone do powszechnego stosowania;
6. Z uwagi na to, że projektowane obwody oświetleniowe są krótkie zrezygnowano z wyliczenia skuteczności ochrony p. porażeniowej;
7. Po zakończeniu budowy instalacji elektrycznej, wykonać pomiary ochrony przeciwporażeniowej: badanie wyłączników różnicowoprądowych, impedancji pętli zwarcia, uziemień odgromowych, połączeń wyrównawczych, oporności izolacji przewodów oraz oświetlenia ewakuacyjnego i dostarczyć protokoły inwestorowi;
8. Protokoły badań i certyfikaty zastosowanych materiałów elektrycznych i osprzętu przekazać Inwestorowi,
9. Wszystkie zmiany, które na etapie realizacji robót zamierza dokonać wykonawca robót elektrycznych, muszą uzyskać akceptację autora projektu.

10. Prace należy wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano – instalacyjnych. Część V. Instalacje Elektryczne” wydany w Warszawie w roku 1984 oraz obowiązującymi Polskimi Normami, w szczególności: **PN-86/E-05003/01(02), PN-90/E-05023**
11. Po wybudowaniu projektowanych urządzeń należy przeprowadzić próby i pomiary odbiorcze
12. Wszystkie połączenia elementów miedzianych z ocynkowanymi bądź aluminium należy wykonać poprzez podkładki i złączki eliminujące bezpośredni kontakt miedzi z tymi elementami (mosiądz, podkładki ze stopu miedzi i utwardzonego aluminium).
13. Całość robót wykonać zgodnie z projektem, najnowszą wiedzą techniczną z zachowaniem zasad BHP.

6. Bilans mocy:

6.1. Moce zainstalowanych urządzeń w zasięgu rozdzielni RG:

- Instalacja elektryczna oświetlenia podstawowego i rezerwowego:

$$P_{io\acute{s}o} = 22,64kW$$

- Instalacja elektryczna gniazd wtykowych i zasilania urządzeń 1 oraz 3 fazowych:

$$P_{iza\acute{s}} = 55kW$$

- Suma zainstalowanej mocy w rozdzielni:

$$P_i = P_{io\acute{s}o} + P_{iza\acute{s}} = 77,64kW$$

6.2. Moce zainstalowanych urządzeń w zasięgu rozdzielni R1:

- Instalacja elektryczna oświetlenia podstawowego i rezerwowego:

$$P_{io\acute{s}o} = 3,24kW$$

- Instalacja elektryczna gniazd wtykowych i zasilania urządzeń 1 oraz 3 fazowych:

$$P_{iza\acute{s}} = 5kW$$

- Suma zainstalowanej mocy w rozdzielni:

$$P_i = P_{io\acute{s}o} + P_{iza\acute{s}} = 8,24kW$$

6.3. Moce zainstalowanych urządzeń w zasięgu rozdzielni R2:

- Instalacja elektryczna oświetlenia podstawowego i rezerwowego:

$$P_{io\acute{s}} = 10,1kW$$

- Instalacja elektryczna gniazd wtykowych i zasilania urządzeń 1 oraz 3 fazowych:

$$P_{iza\acute{s}} = 27kW$$

- Suma zainstalowanej mocy w rozdzielni:

$$P_i = P_{io\acute{s}o} + P_{iza\acute{s}} = 37,1kW$$

6.4. Moce zainstalowanych urządzeń w zasięgu rozdzielni R3:

- Instalacja elektryczna oświetlenia podstawowego i rezerwowego:

$$P_{io\acute{s}} = 9,3kW$$

- Instalacja elektryczna gniazd wtykowych i zasilania urządzeń 1 oraz 3 fazowych:

$$P_{iza\acute{s}} = 12kW$$

- Suma zainstalowanej mocy w rozdzielni:

$$P_i = P_{io\acute{s}o} + P_{iza\acute{s}} = 21,3kW$$

6.5. Moce zainstalowanych urządzeń w zasięgu rozdzielni R4:

- Instalacja elektryczna oświetlenia podstawowego i rezerwowego:

$$P_{io\acute{s}} = 0kW$$

- Instalacja elektryczna gniazd wtykowych i zasilania urządzeń 1 oraz 3 fazowych:

$$P_{izaś} = 6kW$$

- Suma zainstalowanej mocy w rozdzielni:

$$P_i = P_{iośo} + P_{izaś} = 6kW$$

6.6. Moce zainstalowanych urządzeń w zasięgu rozdzielni R5:

- Instalacja elektryczna oświetlenia podstawowego i rezerwowego:

$$P_{ioś} = 0kW$$

- Instalacja elektryczna gniazd wtykowych i zasilania urządzeń 1 oraz 3 fazowych:

$$P_{izaś} = 5kW$$

- Suma zainstalowanej mocy w rozdzielni:

$$P_i = P_{iośo} + P_{izaś} = 5kW$$

7. Obliczenia elektryczne:

7.1. Spadek napięcia w kablu zasilającym rozdzielnię RG.

Napięcie zasilania: $U = 400V$
 moc zainstalowana: $P_i = 77,64kW$
 moc szczytowa $P_s = 34,85kW = 35kW$
 Średni współczynnik jednoczesności: $k_z = 0,45$

I_B – prąd obliczeniowy;
 I_z - obciążalność długotrwała;
 I_n – prąd znamionowy zabezpieczenia;
 I_2 - prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających;
 $k_2 = 1,45$ bądź $k_2 = 1,45$;

$$P_s = P_i \cdot k = 35kW$$

Przyjęto $\cos \Phi = 0,98$

Prąd obciążenia linii zasilającej do RG wyniesie:

$$I_B = \frac{P_s}{\cos \Phi \cdot U} = \frac{35000W}{\sqrt{3} \cdot 0,98 \cdot 400} = 54,91A$$

$$I_z = \frac{I_n \cdot k_2}{1,45} = \frac{63 \cdot 1,45}{1,45} = 63A$$

- zabezpieczenie 63A zamontowane w złączu kablowym przed licznikowe.

Koordinacja zabezpieczeń:

$I_B \leq I_n \leq I_z$ - **warunek spełniony**;
 $I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$ - **warunek spełniony**;

Dobrano poprawnie kabel zasilający YKY 5x25mm² o prądzie dopuszczalnym długotrwałym $I_{dd} = 101A$, który jest większy od prądu obciążenia linii oraz od wielkości zainstalowanego zabezpieczenia w istniejącym rozdzielni RG w budynku.

Spadek napięcia w kablu YKY 5x16mm² o długości $l = 15m$.

$$\Delta U = \frac{P_s \cdot l \cdot 100\%}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{35000 \cdot 15 \cdot 100\%}{56 \cdot 25 \cdot 400^2} = 0,234\% < 2\%$$

7.2. Spadek napięcia w kablu zasilającym rozdzielnię R1.

Napięcie zasilania: $U = 400V$
 moc zainstalowana: $P_i = 8,24kW$
 moc szczytowa $P_s = 3,7kW$
 Średni współczynnik jednoczesności: $k_z = 0,45$

I_B – prąd obliczeniowy;
 I_z - obciążalność długotrwała;
 I_n – prąd znamionowy zabezpieczenia;

I_2 - prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających;
 $k_2=1,45$ bądź $k_2=1,45$;

$$P_s = P_i \cdot k = 3,7kW$$

Przyjęto $\cos \Phi = 0,98$

Prąd obciążenia linii zasilającej do R1 wyniesie:

$$I_B = \frac{P_s}{\cos \Phi \cdot U} = \frac{3700W}{\sqrt{3} \cdot 0,98 \cdot 400} = 5,45A$$

$$I_z = \frac{I_N \cdot k_2}{1,45} = \frac{25 \cdot 1,45}{1,45} = 25A$$

Koordinacja zabezpieczeń:

$I_B \leq I_n \leq I_z$ - warunek spełniony;

$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$ - warunek spełniony;

Dobrano poprawnie kabel zasilający YKY 5x10mm² o prądzie dopuszczalnym długotrwałym $I_{dd}=51A$, który jest większy od prądu obciążenia linii oraz od wielkości zainstalowanego zabezpieczenia w istniejącym rozdzielni R1 w budynku.

Spadek napięcia w kablu YKY 5x10mm² o długości $l = 50m$.

$$\Delta U = \frac{P_s \cdot l \cdot 100\%}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{3700 \cdot 50 \cdot 100\%}{56 \cdot 10 \cdot 400^2} = 0,2 \% < 2 \%$$

7.3. Spadek napięcia w kablu zasilającym rozdzielnię R2.

Napięcie zasilania: $U = 400V$

moc zainstalowana: $P_i = 37,1kW$

moc szczytowa $P_s=16,69kW$

Średni współczynnik jednoczesności: $k_z = 0,45$

I_B – prąd obliczeniowy;

I_z - obciążalność długotrwała;

I_n – prąd znamionowy zabezpieczenia;

I_2 - prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających;

$k_2=1,45$ bądź $k_2=1,45$;

$$P_s = P_i \cdot k = 16,69kW$$

Przyjęto $\cos \Phi = 0,98$

Prąd obciążenia linii zasilającej do R2 wyniesie:

$$I_B = \frac{P_s}{\cos \Phi \cdot U} = \frac{16690W}{\sqrt{3} \cdot 0,98 \cdot 400} = 24,58A$$

$$I_z = \frac{I_N \cdot k_2}{1,45} = \frac{32 \cdot 1,45}{1,45} = 32A$$

Koordinacja zabezpieczeń:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad - \text{warunek spełniony;}$$

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z \quad - \text{warunek spełniony;}$$

Dobrano poprawnie kabel zasilający YKY 5x10mm² o prądzie dopuszczalnym długotrwałym $I_{dd}=51A$, który jest większy od prądu obciążenia linii oraz od wielkości zainstalowanego zabezpieczenia w istniejącym rozdzielni R2 w budynku.

Spadek napięcia w kablu YKY 5x10mm² o długości $l = 30m$.

$$\Delta U = \frac{P_s \cdot l \cdot 100\%}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{16690 \cdot 30 \cdot 100\%}{56 \cdot 10 \cdot 400^2} = 0,56\% < 2\%$$

7.4. Spadek napięcia w kablu zasilającym rozdzielnię R3.

$$\begin{aligned} \text{Napięcie zasilania:} & \quad U = 400V \\ \text{moc zainstalowana:} & \quad P_i = 21,3kW \end{aligned}$$

$$\text{moc szczytowa} \quad P_s = 9,58kW$$

$$\text{Średni współczynnik jednoczesności:} \quad k_z = 0,45$$

I_B – prąd obliczeniowy;

I_z - obciążalność długotrwała;

I_n – prąd znamionowy zabezpieczenia;

I_2 - prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających;

$k_2=1,45$ bądź $k_2=1,45$;

$$P_s = P_i \cdot k = 9,58kW$$

Przyjęto $\cos \Phi = 0,98$

Prąd obciążenia linii zasilającej do R3 wyniesie:

$$I_B = \frac{P_s}{\cos \Phi \cdot U} = \frac{9580W}{\sqrt{3} \cdot 0,98 \cdot 400} = 14,1A$$

$$I_z = \frac{I_N \cdot k_2}{1,45} = \frac{25 \cdot 1,45}{1,45} = 25A$$

Koordinacja zabezpieczeń:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad - \text{warunek spełniony;}$$

$$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z \quad - \text{warunek spełniony;}$$

Dobrano poprawnie kabel zasilający YKY 5x10mm² o prądzie dopuszczalnym długotrwałym $I_{dd}=51A$, który jest większy od prądu obciążenia linii oraz od wielkości zainstalowanego zabezpieczenia w istniejącym rozdzielni R3 w budynku.

Spadek napięcia w kablu YKY 5x10mm² o długości l = 40m.

$$\Delta U = \frac{P_s \cdot l \cdot 100\%}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{9580 \cdot 40 \cdot 100\%}{56 \cdot 10 \cdot 400^2} = 0,42 \% < 2 \%$$

7.5. Spadek napięcia w kablu zasilającym rozdzielnię R4.

Napięcie zasilania: U = 400V
 moc zainstalowana: P_i = 6kW
 moc szczytowa P_s = 2,7kW
 Średni współczynnik jednoczesności: k_z = 0,45

I_B – prąd obliczeniowy;
 I_z - obciążalność długotrwała;
 I_n – prąd znamionowy zabezpieczenia;
 I₂ - prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających;
 k₂ = 1,45 bądź k₂ = 1,45;

$$P_s = P_i \cdot k = 2,7 \text{ kW}$$

Przyjęto cos Φ – 0,98

Prąd obciążenia linii zasilającej do R4 wyniesie:

$$I_B = \frac{P_s}{\cos \Phi \cdot U} = \frac{2700 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 0,98 \cdot 400} = 4 \text{ A}$$

$$I_z = \frac{I_N \cdot k_2}{1,45} = \frac{25 \cdot 1,45}{1,45} = 25 \text{ A}$$

Koordinacja zabezpieczeń:

I_B ≤ I_n ≤ I_z - warunek spełniony;
 I₂ = 1,45 · I_n ≤ 1,45 · I_z - warunek spełniony;

Dobrano poprawnie kabel zasilający YKY 5x10mm² o prądzie dopuszczalnym długotrwałym I_{dd} = 51A, który jest większy od prądu obciążenia linii oraz od wielkości zainstalowanego zabezpieczenia w istniejącym rozdzielni R4 w budynku.

Spadek napięcia w kablu YKY 5x10mm² o długości l = 60m.

$$\Delta U = \frac{P_s \cdot l \cdot 100\%}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{2700 \cdot 60 \cdot 100\%}{56 \cdot 10 \cdot 400^2} = 0,18 \% < 2 \%$$

7.6. Spadek napięcia w kablu zasilającym rozdzielnię R5.

Napięcie zasilania: U = 400V
 moc zainstalowana: P_i = 5kW
 moc szczytowa P_s = 2,25kW
 Średni współczynnik jednoczesności: k_z = 0,45

I_B – prąd obliczeniowy;
 I_z - obciążalność długotrwała;
 I_n – prąd znamionowy zabezpieczenia;
 I_2 - prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających;
 $k_2=1,45$ bądź $k_2=1,45$;

$$P_s = P_i \cdot k = 2,25 \text{ kW}$$

Przyjęto $\cos \Phi = 0,98$

Prąd obciążenia linii zasilającej do R5 wyniesie:

$$I_B = \frac{P_s}{\cos \Phi \cdot U} = \frac{2250 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 0,98 \cdot 400} = 3,31 \text{ A}$$

$$I_z = \frac{I_n \cdot k_2}{1,45} = \frac{25 \cdot 1,45}{1,45} = 25 \text{ A}$$

Koordinacja zabezpieczeń:

$I_B \leq I_n \leq I_z$ - warunek spełniony;

$I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$ - warunek spełniony;

Dobrano poprawnie kabel zasilający YKY 5x10mm² o prądzie dopuszczalnym długotrwałym $I_{dd}=51 \text{ A}$, który jest większy od prądu obciążenia linii oraz od wielkości zainstalowanego zabezpieczenia w istniejącym rozdzielni R5 w budynku.

Spadek napięcia w kablu YKY 5x10mm² o długości $l = 50 \text{ m}$.

$$\Delta U = \frac{P_s \cdot l \cdot 100\%}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{2700 \cdot 50 \cdot 100\%}{56 \cdot 10 \cdot 400^2} = 0,12 \% < 2 \%$$

7.7. Spadek napięcia w obwodzie najbardziej obciążonym obwodzie instalacji oświetlenia:

- ☛ moc szczytowa $P_s = 1,2 \text{ kW}$
- ☛ przewód YDY 3x1,5 mm²
- ☛ długość obwodu $l = 45 \text{ m}$

$$\Delta U = \frac{P_s \cdot l \cdot 100\%}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{1200 \cdot 45 \cdot 100\%}{56 \cdot 1,5 \cdot 230^2} = 1,21 \% < 3 \%$$

7.8. Spadek napięcia w obwodzie zasilającym gniazda wtykowe 230V:

- ☛ moc szczytowa $P_s = 1 \text{ kW}$
- ☛ przewód YDY 3x2,5 mm²
- ☛ długość obwodu $l = 40 \text{ m}$

$$\Delta U = \frac{P_s \cdot l \cdot 100\%}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{1000 \cdot 40 \cdot 100\%}{56 \cdot 2,5 \cdot 230^2} = 0,52 \% < 3 \%$$

7.9. Spadek napięcia w obwodzie zasilającym 3-f/400V:

- moc szczytowa $P_s = 3\text{kW}$
- przewód YDY 5x6 mm²
- długość obwodu $l = 40\text{m}$

$$\Delta U = \frac{P_s \cdot l \cdot 100\%}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{3000 \cdot 40 \cdot 100\%}{56 \cdot 6 \cdot 400^2} = 0,2 \% < 3 \%$$

8. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA.

8.1. Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów.

8.1.1. Zagospodarowanie terenu budowy w tym doprowadzenie energii elektrycznej umożliwiającej pracę urządzeń elektrycznych i zapewnienie oświetlenia sztucznego.

8.1.2. Wykonanie instalacji elektrycznych wewnętrznych w budynku.

8.1.3. Wykonanie przebudowy układu pomiarowego oraz rozdzielni elektrycznych w budynku.

8.1.4. Wykonanie prac porządkowych po zakończeniu makroniwelacji terenu.

8.2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych

8.2.1. Na terenie przewidzianym do budowy istnieją obiekty budowlane, które podlegają rozbudowie.

8.3. Elementy zagospodarowania działki lub terenu które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi.

Na terenie objętym granicą działki brak elementów zagospodarowania (urządzeń elektrycznych) stwarzających bezpośrednie zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi. Zagrożenia j.w. pojawią się dopiero podczas realizacji robót budowlanych.

8.4. Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych elektrycznych

8.4.1. W trakcie prowadzenia robót budowlanych:

✚ prowadzenie robót ziemnych w pobliżu czynnych kabli elektroenergetycznych. Prowadzenie robót w temperaturze poniżej 10°C.

8.4.2. W trakcie prowadzenia robót elektrycznych:

✚ przy wykonywaniu instalacji w budynku mieszkalnym (wieszanie opraw i układanie przewodów), oświetlenia zewnętrznego na budynku oraz w pobliżu otworów w stropach i okiennych występuje ryzyko upadku z wysokości.

8.5. Sposób prowadzenia szkolenia pracowników przed przystąpieniem do robót szczególnie niebezpiecznych. Wykonawca przed przystąpieniem do wykonywania robót budowlanych jest obowiązany opracować instrukcję ich bezpiecznego wykonywania i zapoznać z nią pracowników w zakresie wykonywanych przez nich robót. Pracownicy powinni legitymować się aktualnymi zaświadczeniami odbycia szkoleń oraz badaniami lekarskimi. Dodatkowo pracownicy przed przystąpieniem do robót w warunkach szczególnie niebezpiecznych powinni przejść szkolenie zapewniające im wiedzę i umiejętności do wykonywania robót zgodnie z przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy.

8.6. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniających bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń:

8.6.1. W trakcie prowadzenia robót elektrycznych przy których występuje ryzyko upadku z wysokości.

🚧 zabezpieczyć stanowiska pracy na wysokości przez zastosowanie rusztowań z odpowiednimi barierkami oraz zastosować siatki ochronne przed przypadkowym uderzeniem upadających narzędzi i innych przedmiotów.