

Nazwa inwestycji: Przebudowa Sali gimnastycznej Zespołu Szkół Zawodowych w Rawiczu.

Zamawiający: **Powiat Rawicki, ul. Rynek 17, 63-900 Rawicz**
Zespół Szkół Zawodowych
Ul. Hallera 12, 63-900 Rawicz

Obiekt: **Przebudowa Sali gimnastycznej Zespołu Szkół Zawodowych w Rawiczu.**
ul. Hallera 12, 63-900 Rawicz

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

KATEGORIE ROBÓT BUDOWLANYCH:

CPV 45310000-3 – roboty instalacyjne elektryczne

CPV 45261215-4 – pokrywanie dachów panelami ogniwo słonecznych

WSTĘP

1.1 Przedmiot S.T.

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany branży elektrycznej, który ma na celu stworzenie podstaw do wykonania oraz kosztorysowania inwestycji związanej z przebudową sali gimnastycznej Zespołu Szkół Zawodowych w Rawiczu.

1.2 Zakres stosowania S.T.

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3 Zakres robót objętych S.T.

Ustalenia zawarte w mniejszej Specyfikacji Technicznej dotyczą prowadzenia robót związanych z wykonaniem instalacji elektrycznych zgodnie z dokumentacją projektową, opisami technicznymi, rysunkami i obejmują:

- demontaże,
- zasilanie,
- rozdzielnice,
- instalację fotowoltaiczną,
- instalację oświetlenia,
- instalację uziemienia,
- instalację odgromową.

1.4 Określenia podstawowe

Określenia podstawowe w niniejszej Specyfikacji Technicznej są zgodne z obowiązującymi odpowiednimi normami.

1.5 Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność robót z Dokumentacją Projektową, specyfikacją Techniczną i obowiązującymi normami. Ponadto Wykonawca wykona roboty zgodnie z poleceniem Inwestora i Inspektora Nadzoru.

1. MATERIAŁY

Materiały do wykonania w/w robót elektrycznych stosować zgodnie z Dokumentacją Projektową, opisami technicznymi, rysunkami i obowiązującymi normami. Dostawa materiałów przeznaczonych do robót elektrycznych powinna nastąpić dopiero po odpowiednim przygotowaniu miejsca montażu. Jeśli jest to konieczne ze względu na rodzaj materiałów to powinny być zabezpieczone od zewnętrznych wpływów atmosferycznych. W czasie transportu i składowania końce wszystkich rodzajów kabli i przewodów powinny być zabezpieczone przed zawilgoceniem i innymi wpływami środowiska. Materiały, wyroby i urządzenia, dla których wymaga się świadectwo jakości, np.: aparaty, kable, urządzenia prefabrykowane itp., należy dostarczać wraz ze świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi lub protokołami odbioru technicznego. Przy odbiorze materiałów należy zwrócić uwagę na zgodność stanu faktycznego z dowodami dostawy.

2. SPRZĘT

Roboty elektroenergetyczne mogą być wykonywane ręcznie lub przy użyciu sprzętu mechanicznego zaakceptowanego przez Inwestora. Przy mechanicznym wykonywaniu robót Wykonawca powinien dysponować sprzętem sprawnym technicznie, przewidzianym do wykonania tego typu robót. Roboty ziemne wykonywane w pobliżu istniejących urządzeń podziemnych winny być wykonywane ręcznie. Roboty elektryczne prowadzone będą przy użyciu następującego sprzętu mechanicznego:

- ciągnik kołowy 74kW,
- podnośnik sam. hydr. do 12m,
- wibromłot elektryczny 3 kW,
- żuraw samochodowy 7-10t.

3. TRANSPORT

Materiały przewidziane do wykonania robót mogą być przewożone dowolnymi środkami transportu z zachowaniem zasad kodeksu drogowego. Dla materiałów długich należy stosować przyczepy, dłuźcowe, a materiały wysokie należy zabezpieczyć w czasie transportu przed przewróceniem oraz przesuwaniem. Bębny z kablami należy przetaczać zgodnie z kierunkiem strzałki na tabliczce bębna. Unikać transportu kabli w temperaturze niższej od -15°C. W czasie transportu i przechowywania materiałów elektroenergetycznych należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości tych, urządzeń, zastrzeżonych przez producenta. W czasie transportu, załadunku i wyładunku oraz składowania aparatury elektrycznej i urządzeń rozdzielczych należy przestrzegać zaleceń wytwórców, a w szczególności transportowane urządzenia zabezpieczać przed nadmiernymi drganiami i wstrząsami oraz przesuwaniem się, aparaturę ostrożnie załadowywać i zdejmować, nie narażając ich na uderzenia, ubytki lub uszkodzenia powłok. W czasie transportu końce wszystkich rodzajów kabli powinny być zabezpieczone przed zawilgoceniem i innymi wpływami środowiska. Środki transportu przewidziane do stosowania:

- samochód dostaw. do 0.9t,
- samochód samowylad. 5-10t.

4. WYKONANIE ROBÓT

5.1 Wymagania ogólne:

Połączenia elektryczne przewodów:

- powierzchnie stykających się elementów torów prądowych oraz przekładek i podkładek metalowych, przewodzących prąd, powinny być dokładnie oczyszczone i wygładzone,
- zanieczyszczone styki (zaciski aparatów, przewody) pokryte powłoką metalową ogniową lub galwaniczną należy tylko zmywać odczynnikami chemicznymi i szlifować pastą polerską,
- połączenia należy wykonać spawaniem, śrubami lub w inny sposób określony w projekcie technicznym.
- śruby, nakrętki i podkładki stalowe powinny być pokryte galwanicznie warstwą metaliczną,
- połączenie przewidziane do umieszczenia w ziemi zaleca się wykonywać za pomocą spawania. Wszelkie połączenia elektryczne w ziemi należy zabezpieczyć przed korozją, np. przez pokrycie lakierem bitumicznym lub owinięcie taśmą.

Połączenia elektryczne kabli:

- żyły wielodrutowe mogą mieć zakończenia proste lub oczkowe, stosowane do przewodów miedzianych, z końcem prostym lub oczkiem dobrze oczyszczonym i pocynowanym, takie zakończenia dopuszcza się tylko w przypadku; gdy zaciski nie pozwalają na zastosowanie końcówek lub tulejek; z końcówką kablową podłączane pod śrubę; końcówkę montuje się przez prasowanie, lutowanie, lub spawanie; z tulejką (końcówką rurkową) umocowaną przez zaprasowanie.

Śruby i wkręty w połączeniach:

- śruby i wkręty do łączenia szyn oraz przewodów powinny mieć taką długość, aby po skręceniu połączenia wystawały co najmniej na wysokość 2-6 zwojów. Nie dotyczy to śrub dostarczanych przez wytwórcę wraz z aparatem, jeśli zostanie zachowana wysokość ok. 2-3 mm, wystającej poza nakrętkę.

Przyłączanie do gniazd bezpiecznikowych, opraw oświetleniowych itp.:

- w gniazdach bezpiecznikowych przewód doprowadzający należy połączyć z szyną gniazda (śrubą stykową), a przewód zabezpieczany z gwintem w oprawach oświetleniowych i podobnym osprzęcie przewód fazowy lub "+-" należy łączyć ze stykiem wewnętrznym, a przewód neutralny lub „-” z gwintem (oprawką).

Instalacje elektryczne w rurkach w następujący sposób:

- ustalić przebieg trasy,
- ułożyć przewody w rurkach,
- zmontować rurki z przewodami za pomocą typowych uchwytów,
- zamontować puszkę pod osprzęt i rozdzielnicę,
- dokonać koniecznych połączeń przewodów z osprzętem i w puszkach.

Prace spawalnicze:

- prace spawalnicze należy prowadzić tak, aby nie zanieczyścić elementów izolacyjnych, aparatów i przewodów odpryskami roztopionego metalu,
- prace spawalnicze należy wykonywać w odległości bezpiecznej od aparatów i urządzeń zawierających olej lub odpowiednio zabezpieczyć te urządzenia i aparaty.

Montaż urządzeń rozdzielczych, oszynowania i osprzętu:

- montaż urządzeń rozdzielczych przeprowadzić należy zgodnie z odpowiednimi instrukcjami montażu tych urządzeń,
- kable należy układać w sposób zapewniający szybką ich identyfikację i łatwy dostęp,
- w szynach zbiorczych sztywnych stosować odpowiednie kompensatory,
- dla podłączenia szyn i kabli należy stosować standardowe śruby z gwintem metrycznym i z łbem sześciokątnym,
- najmniejsze dopuszczalne odstępstwa izolacyjne należy zachować zgodnie z przepisami.

Próby pomontażowe:

Po zakończeniu robót elektrycznych, przed ich odbiorem Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia tzw. prób montażowych, tj. technicznego sprawdzenia jakości wykonanych robót wraz z dokonaniem potrzebnych pomiarów i próbnym uruchomieniem poszczególnych instalacji, rozdzielnic i urządzeń.

5.2 Wymagania szczegółowe

Demontaż:

W zakresie demontażu są oprawy oświetleniowe, rozdzielnica główna sali oraz instalacja odgromowa.

Zasilanie:

Obiekt, czyli budynki szkoły wraz z salą gimnastyczną (która jest przedmiotem opracowania) jest zasilany z istniejącego przyłącza z mocą 160kW. Z budynku szkoły jest obecnie wyprowadzona wewnętrzna linia zasilająca w kierunku rozdzielnic głównej sali gimnastycznej, która pozostaje bez zmian.

Rozdzielnice:

Projektuje się rozdzielnice:

- RG - rozdzielnica w obudowie podtynkowej zabudowana w holu na parterze budynku w istniejącej wnęce, obudowa o stopniu ochrony minimum IPX3
- AC – rozdzielnica w obudowie natynkowej instalacji PV, zabudowana na dachu budynku, obudowa o stopniu ochrony minimum IP55.

Obwody należy wyprowadzać z rozdzielnicy poprzez listwę zaciskową. W rozdzielnicy należy zostawić 30% rezerwy miejsca.

Instalacja PV:

Do wykonania montażu 58 ogniw fotowoltaicznych na dachu należy użyć systemowych konstrukcji wsporczych oraz szyn zgodnie z technologią producenta. Podpory umożliwiają stosowanie systemu montażowego jako systemu do montażu na podwyższeniu i pozwala osiągnąć optymalne nachylenie modułu. Wsporniki powinny być dostępne z pojedynczymi lub ciągłymi szynami podstawy. Jako system montażu konstrukcji pod panele instalacji PV przewiduje się system balastowy, który pozwala na montaż konstrukcji bez naruszania konstrukcji dachu. Panele należy montować skierowane bezpośrednio na stronę południową jeżeli pozwalają na to warunki montażowe. Kąty nachylenia powinny mieścić w zakresie od 10 ° do 45 ° które można regulować w krokach co 5 °. Optymalnym nachyleniem modułów w stosunku do słońca jest montaż ich pod kątem 25° – 35° w poziomie. W tym przypadku zaleca się montaż modułów pod kątem 20° w poziomie, ze względu na efekt samooczyszczania się paneli. Konstrukcja trójkątna umożliwia montaż paneli pod żądanym kątem 20° lub w układzie horyzontalnym paneli pod kątem 20°. Przy pracach montażowych uważać na istniejące pokrycie dachu aby go nie uszkodzić i nie spowodować zalania pomieszczeń inwestora.

Podstawowe elementy systemu PV

- Rodzaj generatora – moduły fotowoltaiczne + inwertery sieciowe
- Napięcie na wyjściu generatora – 3x400/230V AC (3~)
- Rodzaj połączenia z siecią – On-Grid (praca w sieci)
- Ilość modułów – 58 szt.
- Moc zainstalowana – $58 \times 320W = 18,56 \text{ kW}$
- Inwerter sieciowy (on-grid) – 1 szt. (17kW)
- rozdzielnica fotowoltaiczna (AC) – 1 szt.
- układ pomiarowy energii wytworzonej – 1 szt.
- system wizualizacji danych produkcji energii – 1 kpl.
- przewody solarne pojedyncze (DC) - Cu 6mm²
- przewody wielożyłowe (AC) – YKY 5x16mm²

Przewody DC – przewody układać na dachu budynku (bezpośrednio przymocowane do konstrukcji wsporczych) z modułów do inwertera. Moduły paneli fotowoltaicznych należy łączyć szeregowo w łańcuch za pomocą żył roboczych solarnych Cu 6mm². W niektórych miejscach przewody układać w rurkach na uchwytych o zwiększonej odporności na promieniowanie UV i warunki atmosferyczne a także odpornych na wysokie temperatury.

Przewody należy mocować do konstrukcji paneli fotowoltaicznych za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. W miejscach gdzie przewody mogą być wystawione na bezpośrednie działanie promieniowania słonecznego należy je dodatkowo zabezpieczyć rurkami. Wszystkie połączenia między modułami wykonać za pomocą złącza typu MC4 lub z nim kompatybilnego. Unikać układania kabli solarnych wspólnie z kablami prądu zmiennego, należy zachowywać odstęp izolacyjny około 2cm pomiędzy kablami.

Inwerter - zastosowany inwerter musi charakteryzować się stopniem ochrony minimum IP65, uwzględniając należytą odporność na warunki atmosferyczne oraz wysokie bezpieczeństwo dla użytkowników. Powinien zostać wyposażony w system kontroli izolacji w części DC, pozwalający eliminować wszelkie uszkodzenia w okablowaniu paneli jak również w samych panelach dając wysokie bezpieczeństwo użytkowania. Zastosowany inwerter ma być w pełni zautomatyzowany, posiadać własne zabezpieczenia oraz wymagane prawem normy i certyfikaty.

Przewody AC – przewody prowadzić po dachu i ścianie budynku do rozdzielnic RG znajdującej się na parterze budynku. Przewody prowadzić w korytkach lub rurach PCV o zwiększonej odporności na promieniowanie UV oraz mechanicznej.

Inwestor obecnie nie posiada kompleksowej umowy na dostawę energii wobec tego konieczny jest system blokowania wypływu energii do sieci, w przypadku gdy do czasu realizacji inwestycji stan prawny zostanie uregulowany możliwa jest rezygnacja z blokady wypływu energii do sieci. System blokowania wypływu energii z instalacji PV – aby nie dopuścić do wypływu wyprodukowanej energii elektrycznej do sieci należy w zamontowanym falowniku ustawić system redukcji mocy czynnej by przy zerowym zużyciu energii elektrycznej nie wprowadzać energii do sieci. Falownik należy tak ustawić aby redukował moc odpowiednio do żądanych wartości.

1. OŚWIETLENIE

W obiekcie będą wykonane następujące rodzaje oświetlenia:

- podstawowe,
- awaryjne i ewakuacyjne.

Oświetlenie podstawowe:

Natężenia oświetlenia w budynku jest dostosowane do wymagań PN-EN12464-1 oraz zaleceń inwestora i wynosi:

- | | |
|--------------------------|--------|
| • sala gimnastyczna | 500 lx |
| • komunikacja | 100 lx |
| • toalety | 200 lx |
| • pomieszczenia socjalne | 200 lx |

- pomieszczenia techniczne 200 lx

Projektuje się oprawy oświetleniowe ze źródłem LED o barwie światła wynoszącej 4000K. Sterowanie oświetleniem odbywać się będzie za pomocą istniejących łączników miejscowych. Oprawy oświetleniowe należy montować do stropu oraz elementów konstrukcyjnych. Należy przewidzieć miejscowo wykonanie nowej instalacji przewodowej ze względu na zmianę ilości oraz rozmieszczenie opraw oświetleniowych. Przewody należy prowadzić podtynkowo z wyjątkiem sali gimnastycznej gdzie zaleca się wykonanie trasy kablowej z wykorzystaniem koryta kablowego K100H50.

Specyfikacja opraw oświetleniowych oświetlenia podstawowego

Oprawa o oznaczeniu CRAFT M LED17000-840

- Źródło światła: LED
- Strumień świetlny oprawy: 16900 lm
- Skuteczność oprawy: 147 lm/W
- Współczynnik oddawania barw: 80
- Temperatura barwowa: 4000 Kelvin
- Średnia żywotność nominalna: L85 50000h przy -40°C+L85 50000h przy 45°C
- Moc opraw: 115,3 W Współczynnik mocy = 0,98
- Moc w trybie czuwania: 0,5 W
- Kategoria konserwacji: E - Zamknięty IP5X

Oprawa o oznaczeniu COLLEGE LED4200-840

- Źródło światła: LED
- Strumień świetlny oprawy: 4200 lm
- Skuteczność oprawy: 127 lm/W
- Skuteczność świetlna źródła światła: 127 lm/W
- Współczynnik oddawania barw: 80
- Temperatura barwowa: 4000 Kelvin
- Średnia żywotność nominalna: L80 50000h przy 25°C
- Moc opraw: 33 W
- Kategoria konserwacji: D - Zamknięta IP2X

Oprawa o oznaczeniu COLLEGE LED4200-840

- Źródło światła: LED
- Strumień świetlny oprawy: 3000 lm
- Skuteczność oprawy: 130 lm/W
- Skuteczność świetlna źródła światła: 130 lm/W
- Współczynnik oddawania barw: 80

- Temperatura barwowa:4000 Kelvin
- Średnia żywotność nominalna: L80 50000h przy 25°C
- Moc opraw:23 W
- Kategoria konserwacji: D - Zamknięta IP2X

Oprawa o oznaczeniu AQFPRO S LED2900-840

- Źródło światła: LED
- Strumień świetlny oprawy:3020 lm
- Skuteczność oprawy:139 lm/W
- Skuteczność świetlna źródła światła:139 lm/W
- Współczynnik oddawania barw:80
- Temperatura barwowa:4000 Kelvin
- Średnia żywotność nominalna: L80 50000h przy 25°C
- Moc opraw:21,7 W Współczynnik mocy = 0,96
- Kategoria konserwacji: E - Zamknięty IP66

Oprawa o oznaczeniu AQFPRO S LED4300-840

- Źródło światła: LED
- Strumień świetlny oprawy:4530 lm
- Skuteczność oprawy:129 lm/W
- Skuteczność świetlna źródła światła:128 lm/W
- Współczynnik oddawania barw:80
- Temperatura barwowa:4000 Kelvin
- Średnia żywotność nominalna: L80 50000h przy 25°C
- Moc opraw:35,2 W Współczynnik mocy = 0,96
- Kategoria konserwacji: E - Zamknięty IP66

Oprawa o oznaczeniu KAT SQ 2000-840

- Źródło światła: LED
- Strumień świetlny oprawy:1950 lm
- Skuteczność oprawy:120 lm/W
- Skuteczność świetlna źródła światła:119 lm/W
- Współczynnik oddawania barw:80
- Temperatura barwowa:4000 Kelvin
- Średnia żywotność nominalna:L80 50000h przy 35°C
- Moc opraw:16,3 W Współczynnik mocy = 0,91
- Kategoria konserwacji: E - Zamknięty IP65

Oprawa o oznaczeniu OMEGA C LED3200-840

- Źródło światła: LED
- Strumień świetlny oprawy:3374 lm

- Skuteczność oprawy: 80 lm/W
- Skuteczność świetlna źródła światła: 84 lm/W
- Współczynnik oddawania barw: 80
- Temperatura barwowa: 4000 Kelvin
- Średnia żywotność nominalna: L70 50000h przy 25°C
- Moc opraw: 42 W
- Kategoria konserwacji: D - Zamknięta IP2X

Oprawa o oznaczeniu OMEGA C LED2800-840

- Źródło światła: LED
- Strumień świetlny oprawy: 2649 lm
- Skuteczność oprawy: 80 lm/W
- Skuteczność świetlna źródła światła: 84 lm/W
- Współczynnik oddawania barw: 80
- Temperatura barwowa: 4000 Kelvin
- Średnia żywotność nominalna: L70 50000h przy 25°C
- Moc opraw: 33 W
- Kategoria konserwacji: D - Zamknięta IP2X

Oprawa o oznaczeniu AQFPRO S LED5200-840

- Źródło światła: LED
- Strumień świetlny oprawy: 5180 lm
- Skuteczność oprawy: 124 lm/W
- Skuteczność świetlna źródła światła: 124 lm/W
- Współczynnik oddawania barw: 80
- Temperatura barwowa: 4000 Kelvin
- Średnia żywotność nominalna: L80 50000h przy 25°C
- Moc opraw: 41,7 W Współczynnik mocy = 0,96
- Kategoria konserwacji: E - Zamknięta IP66

Oprawa o oznaczeniu BETA 2 LED3800-840

- Źródło światła: LED
- Strumień świetlny oprawy: 3800 lm
- Skuteczność oprawy: 115 lm/W
- Skuteczność świetlna źródła światła: 115 lm/W
- Współczynnik oddawania barw: 80
- Temperatura barwowa: 4000 Kelvin
- Średnia żywotność nominalna: L80 50000h przy 25°C
- Moc opraw: 33 W Współczynnik mocy = 0,95

Oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne:

Projektuje się oprawy awaryjne ze źródłem LED pozwalające uzyskać wymagany poziom natężenia oświetlenia na drogach ewakuacyjnych w efektywniejszy sposób w porównaniu do źródeł świetłowych. Projektowane oprawy awaryjne posiadają wbudowane autonomiczne źródło zasilania pozwalające na pracę po zaniku napięcia przez minimum 1h. Dodatkowo zamontować oprawy ewakuacyjne nad drzwiami wskazanymi na rysunkach instalacji, wskazujące kierunek ewakuacji. Oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne ma za zadanie oświetlić wyjścia i drogi ewakuacyjne w razie zaniku napięcia, minimalne natężenie oświetlenia na drogach ewakuacyjnych wynosi 5 lux. Awaryjny czas świecenia wynosi minimum 1 godz. Przy każdym wyjściu ewakuacyjnym na zewnątrz budynku należy zamontować nad wejściem oprawę z modułem awaryjnym. W miejscach gdzie znajdują się urządzenia przeciwpożarowe takie jak hydrant, należy zapewnić awaryjne natężenie oświetlenia na poziomie minimum 5lx. Oświetlenie awaryjne należy wykonać zgodnie z normą PN-EN 1838:2005 Zastosowanie oświetlenia. Oświetlenie awaryjne. Do obowiązków administratora obiektu należy okresowe sprawdzanie opraw oświetlenia ewakuacyjnego poprzez wykonywanie okresowych testów i badań zgodnie z obowiązującymi przepisami. „Przed zamówieniem i wykonaniem instalacji oświetlenia awaryjnego (ewakuacyjnego) należy potwierdzić posiadanie świadectwa dopuszczenia opraw zgodnie z wymaganiami Ustawy o ochronie przeciwpożarowej (tekst jednolity z dnia 15.10.2009 r. Dz. U. nr 178 poz. 1380) oraz Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji „...w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa...” (z dnia 27.04.2010 r. Dz. U. nr 85 poz. 553).”

Instalacja odgromowa i uziemień:

Budynek obecnie posiada instalację uziemienia, którą należy sprawdzić poprzez wykonanie odpowiednich pomiarów w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości należy wykonać uziom jako pionowy za pomocą wbijanych prętów uziemiających o długości minimum 5m. Z uziomu wykonać wypusty do podłączenia rozdzielnic głównej, głównej szyny połączeń wyrównawczych oraz wszystkich sieci wykonanych z elementów przewodzących, tj. CO, wod-kan, gaz, itp. Rezystancja wypadkowa uziomu $R \leq 10 \Omega$.

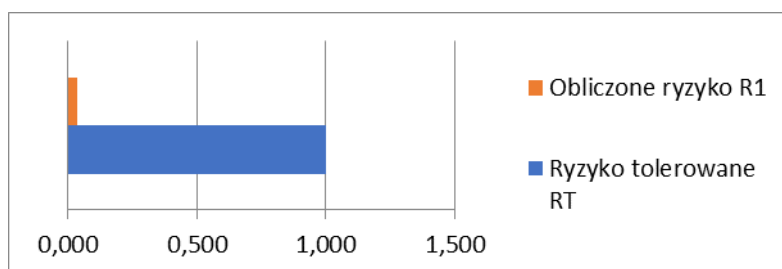
Środki ochrony odgromowej należy wykonać według normy PN-EN 62305

Zwody poziome wykonać jako naprężane drutem FeZn Ø8mm układanym na typowych podstawkach po obrysie projektowanego budynku lub/i w miarę możliwości wykorzystując metalowe elementy konstrukcyjne, metalową attykę itd. Zwodami chronić wszystkie metalowe elementy i urządzenia montowane na dachu typu czerpnie wentylacyjne, ramę metalową świetlików itp. Projektuje się przewody odprowadzające wykonane drutem FeZn fi8mm układane pod okładziną elewacyjną w rurce odgromowej. Urządzenia montowane na dachu należy chronić za pomocą iglic odgromowych, których wysokość dostosować do wysokości chronionych urządzeń.

Obliczenie wskaźnika ryzyka tolerowanego od utraty życia ludzkiego lub trwałego porażenia:

Tablica H.6 Uwzględnione komponenty ryzyka i ich obliczanie (wartość $\times 10^{-5}$)

Symbol liczby	Odsyłacz do równania	Równanie dla komponentu z wyładowaniami w	Dane z tablicy	Wartość [$\times 10^{-5}$]
R_A	Tablica 9	Porażenie istot żywych		0,00000000778
R_B	Tablica 9	obiekt, z uszkodzeniami fizycznymi	H.1, H.3, H.5	0,0311160
R_U (linia zasilająca)	Tablica 9	linię zasilającą kablową, z porażeniem	H.2, H.3, H.5	0,0000000
R_V (linia zasilająca)	Tablica 9	linię zasilającą z uszkodzeniami fizycznymi kablowa		0,0018260
R_U (linia telekom)	Tablica 9	linię telekomunikacyjną kablową, z porażeniem		0,0000000
R_V (linia telekom)	Tablica 9	linię telekomunikacyjną z uszkodzeniami fizycznymi kablowa		0,0030335
Obliczone ryzyko R1	Tablica 9	$R_1 = R_A + R_B + R_U + R_V + R_U + R_V$	H.6	0,036
Ryzyko tolerowane R_T				1,000



Wnioski:

Należy zastosować IV stopień ochrony odgromowej LPS wraz z IV stopniem ochrony przed przepięciami. Projektowany obiekt oraz zastosowane środki ochrony spełniają wymagania dotyczące minimalizowania strat poniesionych przez wyładowania atmosferyczne, obliczone ryzyko jest mniejsze od tolerowanego.

Instalacja odgromowa instalacji PV

Zgodnie z normą PN-EN 62305, w celu ochrony przed bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego, wszystkie urządzenia dachowe, które zawierają wyposażenie elektryczne powinny znajdować się w przestrzeni chronionej przez urządzenia ochrony odgromowej (LPS).

Zgodnie z powyżej przytoczoną normą aparatura umieszczona w tablicach jak i w samym budynku mają być chronione przed przepięciami pochodzenia atmosferycznego i łączeniowego ogranicznikami przepięć. Po stronie DC przy falowniku i modułach fotowoltaicznych należy zastosować urządzenia kominowane odłączające zawierające trójstopniowy układ przełączający prądu stałego (SCI) do bezpiecznego gaszenia łuku bez ryzyka pożaru. Po stronie AC (rozdzielnia AC) przed przepięciami pochodzenia atmosferycznego i łączeniowego stosować zabezpieczenia przepięciowe typu 1. Zastosowane ograniczniki przepięciowe dobrano w taki sposób aby współgrały wraz z instalacją odgromową budynku. Zabezpieczenie modułów fotowoltaicznych zamontowanych

na dachu zrealizować (zaprojektowano) poprzez ustawienie w ich pobliżu iglic odgromowych wyższych od projektowanych urządzeń o co najmniej 1m przy zachowaniu koniecznego odstępu izolacyjnego. Projektowane iglice należy przyłączyć do projektowanej instalacji odgromowej za pomocą drutu ocynkowanego $\varnothing 8\text{mm}$

Projektowana instalacja fotowoltaiczna, przy zastosowaniu wymogów dla IV klasy LPS, znajdzie się w strefie chronionej pod warunkiem prawidłowego podłączenia do instalacji odgromowej i wykonania układu zwodów uzupełnionego o iglice odgromowe.

Instalacja wyrównawcza instalacji PV

Zgodnie z obowiązującymi przepisami dot. ochrony przeciwporażeniowej oraz normą PN-HD 60364-5-54, w budynku zaprojektowano wykonanie systemu połączeń wyrównawczych instalacji PV obejmujący części metalowe instalacji i wyposażenia, które nie są wzajemnie połączone przewodami uziemiającymi, a które mogą stwarzać zagrożenie porażeniowe na skutek różnicy potencjałów. Połączenie systemu fotowoltaicznego z systemem budynku wykonać należy w układzie TN-S. W rozdzielniach należy wykonać szyny uziemiające do których należy za pomocą przewodów LgY $1 \times 16\text{mm}^2$ podłączyć wszystkie metalowe elementy konstrukcyjne instalacji PV. Szyny uziemiające należy poprawnie uziemić. Po wykonaniu robót należy wykonać pomiary aby potwierdzić spełnienie wymagań dot. ochrony. Wszystkie wyniki pomiarów należy zamieścić w protokole pomiarowym. Miejsca łączenia instalacji uziemiającej z częściami metalowymi (konstrukcjami wsporczymi paneli) instalacji PV należy zabezpieczyć przed korozją smarem o właściwościach przewodzących. Po zakończeniu robót wykonać pomiary ciągłości połączeń i rezystancji uziemienia (na zaciskach kontrolnych) instalacji odgromowej.

Ochrona przeciwpożarowa:

Obiekt posiada obecnie przycisk główny p.poż. [PWP] zlokalizowany przy wejściu głównym do budynku. Ponadto projektuje się przycisk p.poż. instalacji PV [PWP PV], który należy zabudować przy istniejącym przycisku [PWP]. Rozłącznik główny sterowany przyciskiem zlokalizowano w złączu kablowym zabudowanym na zewnątrz budynku, natomiast rozłącznik sterowany przyciskiem PWP PV zabudowano w rozdzielnicy AC zlokalizowanej na dachu budynku. Przyciski p.poż. należy opisać tabliczkami opisowymi. Przy przejściach kabli i przewodów przez strefy pożarowe należy je zabezpieczyć specjalistycznymi grodziami ogniowymi.

Ochrona przeciwprzepięciowa:

W rozdzielnicy RG należy zainstalować ograniczniki klasy T1+T2. W przypadku instalacji PV od strony DC należy zainstalować ograniczniki dedykowane instalacjom fotowoltaicznym typu T2, natomiast w rozdzielnicy AC należy zabudować ogranicznik typu T1. Ograniczniki mają za zadanie ochronę urządzeń przed przepięciami wywołanymi wylądowaniami atmosferycznymi jak również przepięciami łączeniowymi i zwarciovymi.

Ochrona przeciwporażeniowa:

Środki ochrony przeciwporażeniowej należy wykonać według normy PN-HD 60364-4-41, PN-HD 60364-5-54

Ochrona podstawowa:

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim zostanie zrealizowana przez odpowiedni dla poszczególnych pomieszczeń stopień IP.

Ochrona przy uszkodzeniu:

Ochrona przed dotykiem pośrednim zapewniona zostanie poprzez zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania wyłącznikami i bezpiecznikami w układzie sieci typu TN, w czasie 5s w obwodach rozdzielczych oraz o prądzie znamionowym powyżej 32A, czas 0,4s (napięcie 230V) i 0,2s (napięcie < 400V) w obwodach o prądzie znamionowym do 32A. Dla prawidłowego zrealizowania samoczynnego wyłączenia należy:

- wszystkie części przewodzące dostępne instalacji przyłączyć do uziemionego przewodu ochronnego PE,
- wszędzie, gdzie to możliwe przewody ochronne PE uziemić,
- przewód neutralny N traktować jako izolowany tak jak przewody fazowe,
- miejsce rozdziału PEN na PE i N należy uziemić
- charakterystyki urządzeń ochronnych i impedancja obwodu powinna spełniać następujący warunek: $Z_s \times I_a \leq U_o$.

Ochrona uzupełniająca:

Jako ochronę uzupełniającą należy stosować wyłączniki różnicowo prądowe RCD w obwodach zakończonych gniazdem wtyczkowym o prądzie znamionowym do 20A oraz urządzenia ruchomego instalowanego na zewnątrz budynku bądź w pomieszczeniach wilgotnych o prądzie znamionowym do 32A. Należy stosować połączenia wyrównawcze, które powinny obejmować m.in. wszystkie równocześnie dostępne części przewodzące urządzenia stałego i części przewodzące obce z, gdzie jest to możliwe, metalowym zbrojeniem konstrukcji betonowych. Układ połączeń wyrównawczych powinien być połączony z przewodami ochronnymi wszystkich urządzeń włącznie z gniazdami wtyczkowymi.

Wymagania dotyczące oszczędności energii:

Zastosowanie źródeł LED wpływa na oszczędzanie energii elektrycznej w porównaniu ze standardowymi żarowymi źródłami światła. Informacje dotyczące urządzeń dostarczonych przez Inwestora, nie wykazują znaczącego wpływu sprzyjającego oszczędzaniu energii elektrycznej.

Odnawialne źródła energii:

W projekcie przewiduje się możliwość zastosowania odnawialnych źródeł energii w postaci paneli fotowoltaicznych.

Uwagi końcowe:

- Prace wykonać zgodnie z projektem i PN-IEC oraz stosować wyroby i rozwiązania dopuszczone do stosowania w budownictwie.
- Wykonać pomiary kontrolno pomiarowe instalacja uziemień, oświetlenia, rezystancji izolacji, skuteczności zerowania oraz oświetlenia.
- Wykonawca zobowiązany jest rozpatrywać niniejszą dokumentację projektową całościowo. Wszelkie elementy nieuwjęte na rysunkach, a uwjęte w opisie technicznym, lub uwjęte na rysunkach, a nieuwjęte w opisie technicznym lub zestawieniu materiałów, należy traktować tak, jak by były uwjęte we wszystkich częściach dokumentacji projektowej, zarówno w jej papierowej jak i elektronicznej wersji.

5. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

Wszystkie elementy robót instalacji elektrycznych podlegają sprawdzeniu w zakresie:

- zgodności z dokumentacją i przepisami,
- poprawnego montażu,
- kompletności wyposażenia,
- poprawności oznaczenia,
- braku widocznych uszkodzeń,
- należytego stanu izolacji,
- skuteczności ochrony od porażeń.

6.1 Kontrola jakości materiałów

Urządzenia, osprzęt oraz kable i przewody elektroenergetyczne powinny posiadać atest fabryczny lub świadectwo jakości wydane przez producenta, oraz wszystkie niezbędne certyfikaty, gwarancje i DTR.

6.2 Kontrola i badania w trakcie robót:

- sprawdzenie i badanie przewodów po ułożeniu,
- sprawdzenie i badanie kabli po ułożeniu,
- prawidłowości montażu przewodów ochronnych,
- sprawdzenie poprawności montażu opraw, urządzeń, rozdzielnic, itp.

6.3 Badania i pomiary pomontażowe po zakończeniu robót należy wykonać:

- zachowania ciągłości żył roboczych,
- zgodności faz,
- pomiary rezystancji uziomów i napięć rażenia,
- skuteczności ochrony od porażeń,

- sprawdzenie i pomiary obwodów sygnalizacji,
- sprawdzenie stanu izolacji induktorem.

6. ODBIÓR ROBOT

Przy odbiorze robót powinny być dostarczone następujące dokumenty:

- dokumentacja projektowa z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami w trakcie wykonywania robót,
- dokumenty uzasadniające uzupełnienia i zmiany wprowadzone w trakcie wykonywania robót,
- dokumenty dotyczące jakości wbudowanych materiałów,
- protokoły i zaświadczenia z dokonanych prób montażowych,
- protokoły badań technicznych i pomiarów kontrolnych,
- świadectwa jakości wydane przez dostawców urządzeń i materiałów,
- dokumentacja fabryczna zamontowanych urządzeń,
- inwentaryzacja powykonawcza, geodezyjna,
- dokumentacja Techniczno Ruchowa urządzeń.

7. PRZEPISY ZWIĄZANE

- PN-IEC 60050-826 – Słownik terminologiczny elektryki. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- PN-90/E-05023 – Oznaczenia identyfikacyjne przewodów barwami lub cyframi.
- PN 92/E-05009/56 – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego.
- PN-IEC 99-1:1993 – Ograniczniki przepięć. Iskiernikowe zaworowe ograniczniki przepięć do sieci prądu przemiennego.
- PN-76/E-90301 – Kable elektroenergetyczne o izolacji z tworzyw termoplastycznych i powłoce poliwinylowej na napięcie znamionowe 0.6/1 kV.
- PN-91/M-42029 – Urządzenia elektryczne. Ogólne wymagania i badania.
- PN-92/E-01200/11 – Symbole graficzne stosowane w schematach. Schematy i plany instalacji elektrycznych, budowlane i topograficzne.
- PN-88/E-02000 – Napięcia znamionowe.
- PN-90/E-05025 – Obliczanie skutków prądów zwarciovych.

Opracował: