

PROJEKT WYKONAWCZY

BRANŻA ELEKTRYCZNA

Instalacja fotowoltaiczna o mocy 50 kW z magazynem energii

NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO	„Termomodernizacja dachu budynku biurowego Starostwa Powiatowego w Końskich oraz instalacja fotowoltaiczna z magazynem energii”
ADRES OBIEKTU BUDOWLANEGO	Starostwo Powiatowe w Końskich ul. Stanisława Staszica 2 26-200 Końskie
KATEGORIA OBIEKTU	XII
IDENTYFIKATORY DZIAŁEK EWIDENCYJNYCH	260503_4.0001.957/16
INWESTOR:	Powiat Konecki ul. Stanisława Staszica 2 26-200 Końskie
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	Skorut Systemy Solarne Sp. z o. o. ul. Wybickiego 71, 32-400 Myślenice



Specjalność	Funkcja	Imię i nazwisko Numer uprawnień Specjalność	Data	Podpis
INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Projektant	mgr inż. JERZY HALEK nr upr.: 217/2002 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi b.o. w spec. instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektr. i elektroenerg.	Wrzesień 2025	
KONSTRUKCYJNO - BUDOWLANA	Projektant	mgr inż. JAN GIELAS nr upr.: BPP.Upr.347/80 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi b.o. w spec. konstr.-bud.	Wrzesień 2025	

SPIS TREŚCI

I. OPIS TECHNICZNY	4
1. Przedmiot opracowania	5
2. Zakres i podstawa opracowania	5
3. Podstawy prawne oraz inne przepisy i dokumenty.....	5
4. Obszar oddziaływania inwestycji.....	7
5. Ocena wpływu na środowisko	7
6. Stan istniejący budynku.....	7
7. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA.....	9
7.1. Przedmiot i zakres opracowania	9
7.2. Opis projektowanej instalacji	9
7.3. Konstrukcja wsporcza modułów fotowoltaicznych	11
7.4. Dobór urządzeń	14
7.5. Konfiguracja instalacji fotowoltaicznej.....	17
7.6. Umieszczenie urządzeń instalacji PV	18
7.7. Przyłączenie instalacji PV do sieci elektroenergetycznej	18
7.8. Prowadzenie kabli po stronie DC.....	19
7.9. Prowadzenie kabli po stronie AC.....	20
7.10. Instalacja uziemiająca i wyrównawcza instalacji fotowoltaicznej.....	21
7.11. Ochrona odgromowa instalacji fotowoltaicznej	22
7.12. Ochrona przeciwprzepięciowa, przeciążeniowa i zwarciova instalacji fotowoltaicznej	23
7.13. Dobór zabezpieczeń	23
7.14. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej.....	24
7.15. Wymagania dla instalacji fotowoltaicznych wyposażonych w magazyn energii.....	26
7.16. Monitoring parametrów.....	26
7.17. Dodatkowe opomiarowanie instalacji fotowoltaicznej.....	27
7.18. Planowane uzyski energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej	27
7.19. Oznakowanie elementów instalacji fotowoltaicznej.....	30
7.20. Uwagi końcowe	30
8. INSTALACJA ODGROMOWA	31
8.1. Przedmiot i zakres opracowania	31
8.2. Opis obiektu	31
8.3. Stan projektowany	31
8.4. Demontaże	32
8.5. Instalacja odgromowa	32
8.5.1. Zwody poziome	32
8.5.2. Maszty odgromowe.....	33
8.6. Ochrona przeciwprzepięciowa	33
8.7. Badania odbiorcze	34
8.8. Konserwacja instalacji odgromowej.....	34
8.9. Uwagi końcowe	34
9. Prowadzenie instalacji elektrycznych w budynku	35
10. Ochrona przeciwporażeniowa.....	36
11. Wytyczne instalacyjno – budowlane	36

12. Uwagi końcowe	37
13. Zestawienie podstawowych materiałów.....	40
III. CZĘŚĆ GRAFICZNA.....	41

Rys. EPV.1 Rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych – rzut dachu

Rys. EPV.2 Podział instalacji PV na stringi – rzut dachu

Rys. EPV.3 Rozmieszczenie urządzeń instalacji PV – rzut parteru

Rys. EPV.4 Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej

Rys. K.1 Schemat konstrukcji wsporczej pod moduły PV

Rys. EOG.1 Instalacja odgromowa – rzut dachu

I. OPIS TECHNICZNY

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy montażu instalacji fotowoltaicznej z magazynem energii oraz projekt wymiany instalacji odgromowej na dachu budynku biurowego Starostwa Powiatowego w Końskich zlokalizowanego przy ul. Stanisława Staszica 2, w granicach działki ewid. nr 957/16, obręb 0001, gmina Końskie, powiat konecki, województwo świętokrzyskie.

2. Zakres i podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje:

- montaż instalacji fotowoltaicznej,
- montaż systemu magazynowania energii elektrycznej,
- wymianę instalacji odgromowej,

Podstawę opracowania stanowią:

- umowa z Inwestorem,
- ustalenia i uzgodnienia z Inwestorem,
- opracowania i inwentaryzacje znajdujące się w posiadaniu Inwestora,
- wytyczne projektowania instalacji fotowoltaicznych i odgromowych,
- normy i przepisy obowiązujące w kraju.

3. Podstawy prawne oraz inne przepisy i dokumenty

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (t.j. Dz.U. z 2025 r. poz. 418);
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 54);
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 266);
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 275);
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 1361);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U 2022 r. poz. 1225);
- PN-ENIEC61215-2:2021-11 Moduły fotowoltaiczne (PV) do zastosowań naziemnych- Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu - Część 2: Metody badań
- PN-EN IEC 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) - Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji
- PN-EN50549-1:2019-02 Wymagania dla instalacji wytwórczych przeznaczonych do równoległego przyłączania do publicznych sieci dystrybucyjnych - Część 1: Przyłączanie do sieci dystrybucyjnej NN - Instalacje wytwórcze aż do typu B włącznie
- PN-EN 1090-1+A1:2012 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 1: Zasady oceny zgodności elementów konstrukcyjnych
- PN-EN1090-3:2019-05 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych -Część 3: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji aluminiowych
- PN-EN 1991-1-3:2005 Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-3: Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem

- PN-EN 1991-1-4:2008 Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-4: Oddziaływania ogólne Oddziaływania wiatru
- PN-HD60364-7-712:2016-05 Instalacje elektryczne niskiego napięcia-Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne(PV)układy zasilania
- PN-HD60364-1:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia-Część 1: Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje
- PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym
- PN-HD 60364-5-51:2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Postanowienia ogólne
- PN-EN 62305-1:2011 Ochrona odgromowa - Część 1: Zasady ogólne
- PN-EN 62305-2:2012 Ochrona odgromowa - Część 2: Zarządzanie ryzykiem
- PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa - Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia
- PN-EN 62305-4:201 Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach
- PN-EN ISO 9488:2002 Energia słoneczna - Terminologia
- PN-EN50380:2018-04 Wymagania dotyczące oznakowania i dokumentacji modułów fotowoltaicznych
- PN-EN IEC 61724-1:2022-04 Wydajność systemu fotowoltaicznego – Część 1: Monitorowanie
- PN-ENIEC61439-1:2021-10 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe - Część 1: Postanowienia ogólne
- PN-E-04700:1998/Az1:2000 Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania po montażowych badań odbiorczych
- PN-HD 60364-6:2016-07 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 6: Sprawdzanie
- PN-HD 60364-4-43:2012 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed prądem przetężeniowym
- PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym
- PN-HD60364-4-443:2016-03 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi – Ochrona przed przejściowymi przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi
- PN-HD60364-5-52:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Oprzewodowanie
- PN-HD 60364-5-534:2016-04 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-534: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego-Odłączanieizolacyjne,łączenieisterowanie Urządzenia do ochrony przed przejściowymi przepięciami
- PN-HD 60364-5-537:2017-01 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 5-537: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Aparatura rozdzielcza i sterownicza - Odłączanie izolacyjne i łączenie
- PN-HD60364-5-54:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Układy uziemiające i przewody ochronne

- Dyrektywy 2014/35/UE, 2014/30/UE;
- Inne aktualne przepisy i normy obejmujące temat opracowania;
- Katalogi urządzeń, materiały i opracowania udostępnione przez producentów.

4. Obszar oddziaływania inwestycji

W związku z wymogiem określenia obszaru oddziaływania planowanej inwestycji na sąsiednie działki wynikającym z ustawy Prawo budowlane stwierdza się, że inwestycja spełnia wymogi wynikające z przepisów rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, przepisów z zakresu ochrony środowiska, ochrony zabytków, ochrony przyrody, prawa wodnego oraz przepisów z zakresu planowania przestrzennego, wobec czego nie wprowadza żadnych ograniczeń w zagospodarowaniu sąsiednich nieruchomości. Obszar oddziaływania projektowanego przedsięwzięcia mieści się w całości na działce, na której będzie realizowane.

Działka, która obejmuje projektowane zamierzenie budowlane nie jest narażona na wpływ eksploatacji górniczej.

Przedmiotowy budynek nie jest wpisany do rejestru zabytków ani gminnej ewidencji zabytków.

Projektowane instalacje nie będą rodziły zagrożeń dla środowiska oraz higieny i zdrowia użytkowników.

5. Ocena wpływu na środowisko

Projektowane instalacje nie będą powodowały przekroczeń dopuszczalnych standardów środowiska (praca instalacji fotowoltaicznej jest bezgłośna, bezwibracyjna, nie generuje żadnych skutków ubocznych) oraz nie będzie negatywnie oddziaływać na występującą w sąsiedztwie przedsięwzięcia zabudowę mieszkalną. Szata roślinna występująca na obszarze objętym inwestycją, w wyniku prowadzenia prac budowlanych, a także eksploatacji projektowanych urządzeń pozostanie nienaruszona. Planowane prace nie będą negatywnie oddziaływać na znajdujące się w pobliżu drzewa oraz inne formy zieleni.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna zlokalizowana będzie na dachu budynku, powierzchnia przeznaczona do przekształcenia w wyniku realizacji przedsięwzięcia jest mniejsza niż 0,5 ha. Urządzenia instalacji będą zlokalizowane w pomieszczeniach nieprzeznaczonych do stałego przebywania ludzi.

6. Stan istniejący budynku

Budynek objęty przedmiotem opracowania to budynek biurowy Starostwa Powiatowego w Korńskich. Obiekt znajduje się na działce zabudowanej z dostępem do drogi publicznej od strony ulicy Stanisława Staszica. Obecnie cały obiekt składa się z zespołu trzech budynków (budynek biurowy, socjalny i portiernia) połączonych funkcjonalnie łącznikiem oraz zewnętrznego szybu windowego.

Budynek biurowy objęty przedmiotem opracowania to budynek pięciokondygnacyjny, bez podpiwniczenia, wybudowany na planie prostokąta. Budynek posiada konstrukcję szkieletową podłużną żelbetową. Stropy prefabrykowane z płyt kanałowych, stropodach wentylowany z płyt

korytkowych wspartych na ściankach ażurowych z cegły pełnej pokryty styropapy i docieplony w 2015 roku granulatem z wełny mineralnej. Pokrycie dachu stanowią dwie warstwy papy termozgrzewalnej ułożone podłużnie na zakład. Nachylenie połaci dachowych wynosi ok. 6% na zewnątrz, w kierunku systemu odwodnienia dachowego.

Dach budynku zostanie poddany termomodernizacji, w ramach, której przewiduje się docieplenie stropodachu dodatkową warstwą granulatu z wełny mineralnej, wykonanie nowej hydroizolacji, a także wymianę orygnnowania i obróbek blacharskich.

Zasilanie budynku odbywa się za pomocą istniejącej wewnętrznej linii zasilającej YKY 5x165 mm² wyprowadzonej z istniejącego złącza kablowego (ZK-3a) zlokalizowanego na zewnętrznej ścianie budynku. W dedykowanym pomieszczeniu znajdującym się na parterze przy wejściu głównym pod schodami zlokalizowana jest główna rozdzielnica elektryczna, z której zasilane są wszystkie rozdzielnice pośrednie oraz wybrane obwody instalacji elektrycznej w obiekcie.

Obiekt posiada jeden punkt poboru energii. Pomiar energii realizowany jest za pomocą jednego pośredniego układu pomiarowego energii elektrycznej czynnej zabudowanego w stacji transformatorowej „STAROSTWO” zlokalizowanej na terenie obiektu. Moc przyłączeniowa dla przedmiotowego punktu poboru wynosi 250 kW, natomiast moc umowną określono na 115 kW.

Obiekt wyposażony jest w główny wyłącznik prądu.

Dane elektryczne obiektu:

	DANE PRZYŁĄCZA
Operator sieci	PGE Dystrybucja S.A.
Rodzaj zasilania	3-fazowa
Napięcie nominalne	230/400 V
Moc przyłączeniowa	250 kW
Moc umowna	115 kW
Nr PPE	590543560301559950
Taryfa	B21
Zużycie energii elektrycznej w 2024 roku	239 659 kWh

Układ pomiarowy, zabezpieczenia przelicznikowe oraz zapotrzebowanie mocy pozostaje bez zmian – projekt nie ingeruje w istniejący układ zasilania i opomiarowania obiektu.

7. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

7.1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny sieciowej instalacji fotowoltaicznej (PV) posadowionej na dachu budynku biurowego Starostwa Powiatowego w Końskich. Instalacja systemu fotowoltaicznego obejmuje montaż układu modułów fotowoltaicznych na konstrukcji dachu wraz z infrastrukturą towarzyszącą w tym z systemem magazynowania energii. Wyprodukowana energia elektryczna będzie wykorzystywana wyłącznie na potrzeby własne przedmiotowego obiektu. Obecnie zapotrzebowanie energetyczne przedmiotowego budynku pokrywane jest w całości z zewnętrznej sieci energetycznej.

Projektuje się najbardziej korzystny dla Inwestora system rozliczania energii elektrycznej wytworzonej w mikroinstalacji fotowoltaicznej obowiązujący w momencie jej oddania do użytkowania.

Niniejsze opracowanie obejmuje:

- opis projektowanych rozwiązań dla przedmiotowego obiektu,
- opis mocy instalacji fotowoltaicznej oraz obliczenia elektryczne,
- opis przyłączenia instalacji PV do sieci elektroenergetycznej,
- zakres prac instalacyjnych oraz wytycznych w zakresie wykonania instalacji,
- schemat instalacji PV z opisanymi zabezpieczeniami, kablami oraz innymi podzespołami instalacji,
- rzut dachu oraz opis miejsca montażu inwertera.

7.2. Opis projektowanej instalacji

Specyfika działania sieciowego systemu fotowoltaicznego polega na produkcji energii elektrycznej z generatorów fotowoltaicznych w postaci prądu stałego, a następnie przekształceniu go na prąd przemienny o napięciu 400 V przez inwerter trójfazowy. Wyprodukowana energia będzie zużywana na bieżące potrzeby przedmiotowego segmentu. Moc zainstalowana instalacji PV nie będzie przekraczać mocy przyłączeniowej dla danego punktu poboru energii.

Projektuje się instalację fotowoltaiczną, jako mikroinstalację PV w rozumieniu Ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2024 r. poz. 1361), to jest instalację o mocy generatora do 50 kW. Przyłączenie mikroinstalacji nie wymaga uprzedniego uzyskania od odpowiedniego Operatora Systemu Dystrybucji warunków technicznych przyłączenia źródła wytwórczego.

Projektuje się wykonanie instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy 50,0 kWp złożonej z 100 sztuk monokrystalicznych modułów PV posadowionych na dachu przedmiotowego budynku.

W celu zwiększenia autokonsumpcji energii elektrycznej wyprodukowanej przez generator PV przewiduje się zintegrowanie instalacji fotowoltaicznej z systemem magazynowania energii o pojemności 75 kWh.

W skład projektowanego układu będą wchodziły następujące urządzenia elektryczne:

- 100 sztuk modułów fotowoltaicznych o mocy 500 Wp każdy,
- hybrydowy inwerter fotowoltaiczny o mocy 50 kW,
- bateryjny system magazynowania energii o pojemności 75 kWh,
- skrzynki przyłączeniowe z zabezpieczeniami po stronie prądu stałego DC – RDC, RPV,
- skrzynka przyłączeniowa z zabezpieczeniami po stronie prądu zmiennego AC – RI,
- wyłącznik przeciwpożarowy obwodów elektrycznych prądu stałego DC.

Dla potrzeb ww. urządzeń wykonane zostaną:

- trasy kablowe DC,
- trasy kablowe AC,
- instalacja uziemiająca i połączeń wyrównawczych.

Urządzenia instalacji fotowoltaicznej przyłączone zostaną do sieci elektroenergetycznej obiektu w istniejącej rozdzielni głównej RG zlokalizowanej w dedykowanym pomieszczeniu pod schodami, na parterze przy wejściu głównym (wejście A) do budynku biurowego.

Moduły fotowoltaiczne należy mocować zgodnie z Rys. EPV.1 na dachu budynku biurowego Starostwa za pomocą bezinwazyjnej konstrukcji wsporczej w postaci trójkątów montażowych o nachyleniu 15° przeznaczonej do montażu na dachach płaskich pokrytych papą mocowanej poprzez klejenie. Rozwiązanie to gwarantuje bezpieczne rozłożenie ciężaru całej instalacji oraz zapewnia całkowitą szczelność. Dla zoptymalizowania uzysku energii elektrycznej moduły PV należy zorientować w kierunku południowym.

Moduły będą montowane na konstrukcji w jednym rzędzie poziomo. W celu wyeliminowania zacienienia przewiduje się odstęp między poszczególnymi rzędami konstrukcji wsporczej wynoszący ok. 1 m.

Instalacja fotowoltaiczna zostanie podłączona do inwertera zlokalizowanego wewnątrz przedmiotowego budynku.

W celu zapewnienia ochrony odgromowej zastosowane zostaną zabezpieczenia przeciwprzepięciowe. Ochrona przeciwpożarowa instalacji PV zapewniona zostanie poprzez zastosowanie przeciwpożarowego wyłącznika bezpieczeństwa obwodów prądu stałego DC. Projektuje się zastosowanie jednego układu pomiaru ilości wytworzonej energii elektrycznej w postaci dwukierunkowego licznika trójfazowego. Instalacja włączona zostanie w wewnętrzną sieć elektryczną za układem pomiarowo rozliczeniowym.

Projekt instalacji fotowoltaicznej uwzględnia fakt, że budynek będzie posiadał zasilanie awaryjne z agregatu prądotwórczego, przy czym źródła te nie będą pracować równolegle.

Instalacja fotowoltaiczna wyposażona będzie w zabezpieczenie antywyspowe i nie będzie pracować w trybie zasilania budynku z agregatu prądotwórczego.

7.3. Konstrukcja wsporcza modułów fotowoltaicznych

Projektowana instalacja fotowoltaiczna zostanie zamocowana na dachu przedmiotowego budynku za pomocą bezinwazyjnej konstrukcji montażowej przeznaczonej do montażu na dachach płaskich pokrytych papą mocowanej poprzez klejenie.

Konstrukcja składa się z płytek montażowych, nakładki z papy, śruby zamkowej (z podsadzaniem), trójkątów montażowych o nachyleniu 15°, aluminiowych szyn oraz elementów złącznych ze stali nierdzewnej (śruby, podkładki, nakrętki itp.) stanowiących spójny, stabilny system przeznaczony do montażu modułów PV.

Montaż należy rozpocząć od przygotowania nakładki z papy odpowiedniej wielkości i wykonaniu w niej otworów pod śrubę zamkową. Po zamontowaniu śruby w otworze płyty i nakładki z papy należy zabezpieczyć gwint śruby przed zaklejeniem i zgrzać przygotowaną papę. Papę należy zgrzać w punktach mocowania oraz wokół płytki montażowej za pomocą rolki dociskowej. Do tak zamocowanej śruby zamkowej należy zamontować trójkąty wraz z szynami montażowymi. Następnie za pomocą dedykowanych zacisków – końcowego i środkowego przykręcanych do konstrukcji śrubami imbusowymi należy zamocować moduły fotowoltaiczne.

W celu poprawy właściwości aerodynamicznych konstrukcję montażową należy wyposażyć w osłony wiatrowe.

Płytką mocującą powinna spełniać właściwości użytkowe, w tym wymagania obciążeniowe dla dachów o małym kącie nachylenia $\leq 6^\circ$ zgodnie z normą EN 516:2006 (lub równoważną).

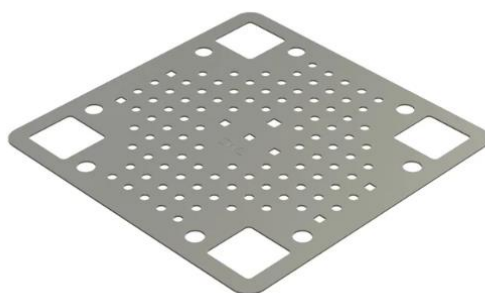
Wymagania minimalne dla konstrukcji montażowej:

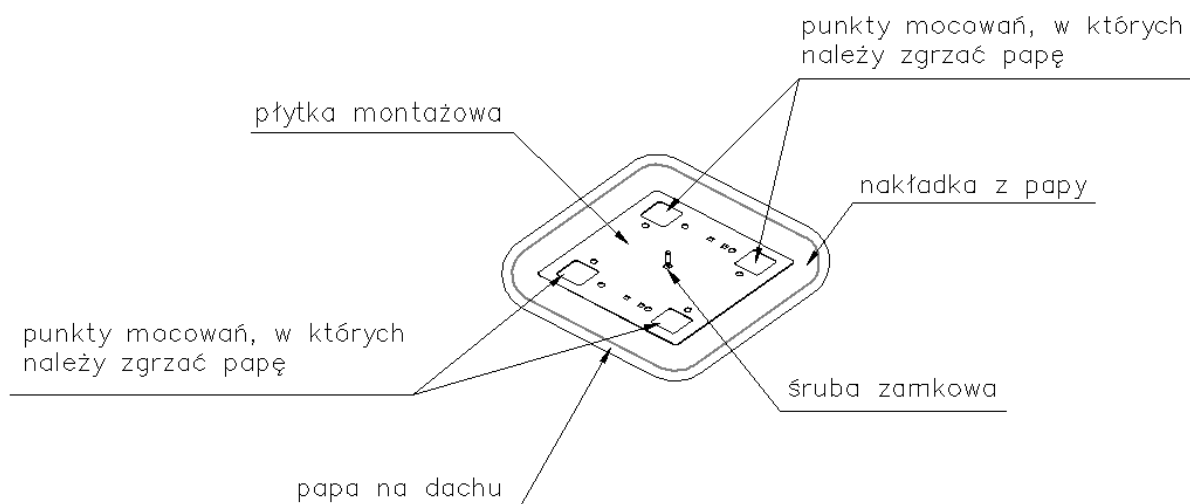
PRODUKT	WYMAGANIA
Płytką mocującą	Wymiary: min. 375x375x2 mm
	Deklaracja produktu budowlanego
Papa	Wymiary min.: 500x500 mm
	Wytrzymałość na rozciąganie wzdłużnie i poprzecznie: min. 300 N/50 mm wg PN-EN 12311-1 lub EN 13707 lub równoważnej
	Wytrzymałość na rozdarcie: min. 150 N wg PN-EN 12310-1 EN 13707 lub równoważnej
	Wytrzymałość na ścinanie na połączeniach wzdłużnie i poprzecznie: min. 500 N/50 mm wg PN-EN 12317-1 EN 13707 lub równoważnej
	Wytrzymałość na odrywanie: min. 125 N/50 mm wg PN-EN 12316-1 EN 13707 lub równoważnej

Podczas doboru konstrukcji oraz jej montażu, ze względu na specyfikę prac, należy kierować się następującymi wytycznymi:

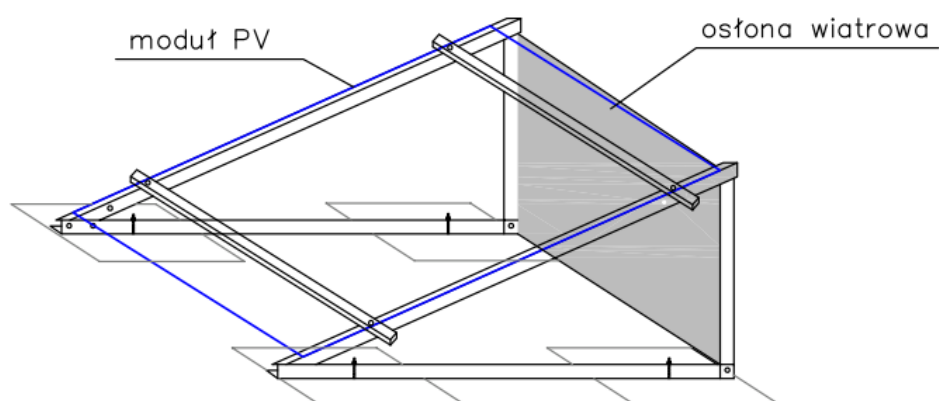
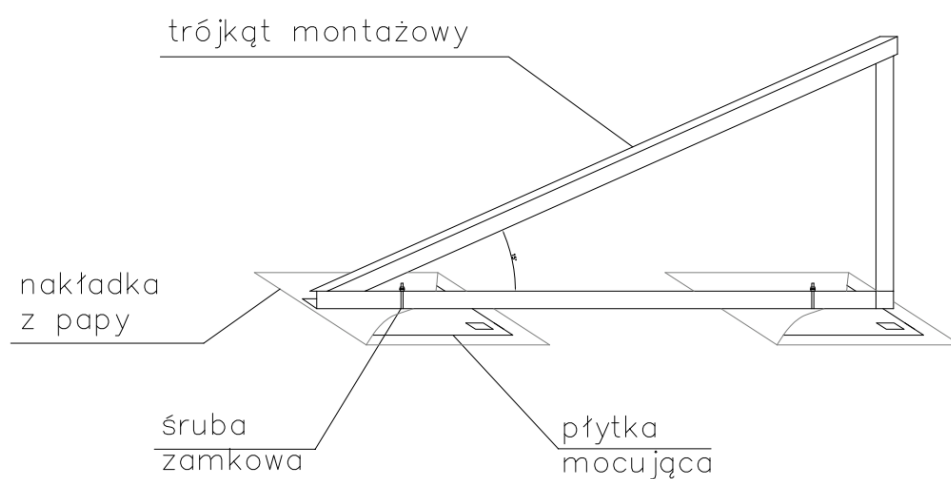
- konstrukcja wsporcza modułów PV musi zawierać rozwiązania systemowe,
- konstrukcja nie może powodować uszkodzenia powierzchni dachu, które prowadziłoby do przeciekania wody i przenikania wilgoci do wnętrza budynku,
- konstrukcja musi być wykonana z aluminium, stali nierdzewnej lub stali ocynkowanej/Magnelis,

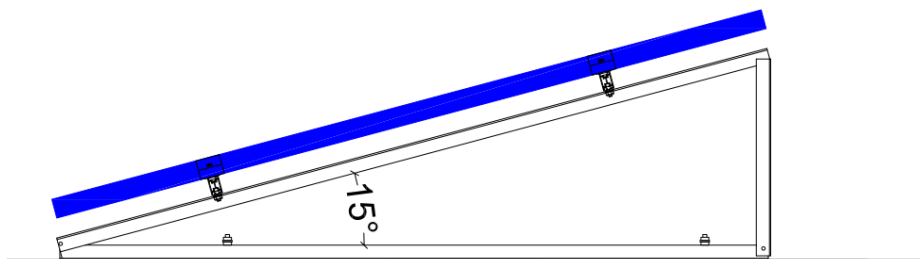
- konstrukcja musi spełniać wymagania obowiązujących norm oraz posiadać stosowne, aktualne certyfikaty,
- zastosowana konstrukcja wsporcza powinna posiadać certyfikaty zgodności z normami PN-EN-1090-1, PN-EN 1090-2+A1 dla elementów stalowych i PN-EN 1090-3 dla elementów aluminiowych (lub równoważnymi do podanych norm),
- zastosowana konstrukcja wsporcza musi bezpiecznie przenieść oddziaływania klimatyczne dla I strefy obciążenia wiatrem i II strefy obciążenia śniegiem wg PN -EN 1991-1-4 : 2008 i PN-EN 1991-1-3 :2005 lub PN-B-02011:1977/Az-1, PN-80/B-02010/Az-1(lub równoważnymi do podanych norm),
- gwarancja na produkt nie może być krótsza niż 10 lat,
- wszystkie prace montażowe prowadzić z należytą starannością,
- przed montażem konstrukcji pod panele PV każdorazowo sprawdzić stan pokrycia dachu oraz dokonać ewentualnych napraw, w stopniu zapewniającym szczelność pokrycia dachowego,
- montaż konstrukcji wsporczej przeprowadzić zgodnie z zaleceniami producenta,
- w celu poprawy właściwości aerodynamicznych konstrukcję montażową należy wyposażyć w osłony wiatrowe,
- moduły montować na konstrukcji wsporczej wg wytycznych producenta modułów oraz zgodnie z niniejszymi zaleceniami,
- każdy trójkąt montażowy powinien posiadać dwa punkty podparcia,
- rozwiązania detali połączeniowych i technicznych należy wykonać zgodnie zobowiązującymi przepisami i normami, wytycznymi producentów, własnościami technicznymi stosowanych materiałów oraz zasadami sztuki budowlanej,
- całość prac budowlanych przeprowadzić przestrzegając przepisów BHP i zasad sztuki budowlanej pod nadzorem osoby posiadającej odpowiednie przygotowanie do pełnienia samodzielnych funkcji w budownictwie,
- po wykonaniu całości konstrukcji zadbać o naprawienie ewentualnych uszkodzeń warstw izolacyjnych dachu. Wszystkie prace porządkowe należy wykonać tak, aby obiekt oraz teren wokół niego doprowadzić do stanu pierwotnego (zastanego przed rozpoczęciem prac) włącznie z odtworzeniem ewentualnie zniszczonych elementów zagospodarowania teren.





Rys. 7.3.1 Płytki mocująca





Rys. 7.3.2 System montażowy na dach płaski pokryty papą, mocowanie poprzez zgrzewanie

System montażowy powinien zapewnić stabilność mocowania oraz odporność na obciążenia śniegiem i wiatrem (zgodnie z normami PN-EN 1991-1-3: 2005 – Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem. oraz PN-EN 1991-1-4:2008 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Obciążenie wiatrem. – lub równoważnymi).

Dodatkowe obciążenie modułami fotowoltaicznymi wraz z systemem montażowym nie spowoduje przekroczenia stanu granicznego nośności i nie wpłynie na bezpieczeństwo konstrukcji

7.4. Dobór urządzeń

Do wykonania instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie modułów fotowoltaicznych połączonych w łańcuchy przyłączone do wejść DC inwertera przekształcającego energię prądu stałego na prąd przemienny.

– Generatory

Moduł fotowoltaiczny to układ połączonych szeregowo lub szeregowo-równolegle ogniw słonecznych, które wykorzystują efekt fotowoltaiczny do konwersji energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną.

Projektowana instalacja składać się będzie z 100 sztuk modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy znamionowej 500 Wp każdy.

Schemat podziału instalacji fotowoltaicznej na obwody (stringi) przedstawia Rys. EPV.2.

Wymagane parametry zastosowanych modułów fotowoltaicznych w Standardowych Warunkach Testowania (STC):

- moc maksymalna pojedynczego modułu: nie mniejsza niż 500 Wp,
- typ ogniwa: krzemowe, monokrystaliczne,
- sprawność pojedynczego modułu: nie mniejsza niż 21,0%,
- wartość bezwzględna temperaturowego wskaźnika mocy: nie większa niż -0,35 %/°C,
- tylko dodatnia tolerancja mocy,
- liniowa wydajność modułu PV: nie mniejsza niż 83% mocy znamionowej pomierzonej w warunkach STC (max. 3% spadku w pierwszym roku i max. spadek w następnych latach 0,7% łącznie przez okres 25 lat),

- wytrzymałość mechaniczna na obciążenie od śniegu: minimum 5400 Pa,
- wytrzymałość mechaniczna na obciążenie od wiatru: minimum 2400 Pa,
- typ złącza wtykowego: MC4,
- temperatura pracy musi zawierać się w granicach: -40°C do +85°C,
- moduły muszą być odporne na efekt PID,
- gwarancja 90% mocy znamionowej: nie krótsza niż 12 lat,
- gwarancja 83% mocy znamionowej: nie krótsza niż 25 lat,
- gwarancja na wady ukryte: nie krótsza niż 12 lat,
- moduły muszą spełniać wymagania obowiązujących norm oraz posiadać stosowne certyfikaty m.in.: CE, IEC61730-1, IEC 61730-2, IEC 61215.

Wszystkie zamontowane moduły muszą być identyczne, tego samego producenta i posiadać jednakowe parametry. Parametry modułów muszą być potwierdzone przez Wykonawcę aktualną kartą katalogową produktu.

Wymaga się, aby w ramach gwarancji producenckiej zapewniony był demontaż wadliwych modułów PV, a także montaż naprawionych lub nowych modułów. W przypadku, gdy gwarancja producenta nie obejmuje tych działań obowiązek ten będzie spoczywał na Wykonawcy przez cały okres obowiązywania gwarancji producenta.

– Inwerter sieciowy

Urządzeniem odpowiedzialnym za współpracę z generatorami będzie beztransformatorowy inwerter trójfazowy służący do konwersji prądu stałego wytworzonego w generatorze PV na prąd zmienny. Przekształtniki tego typu automatycznie synchronizują się z siecią elektroenergetyczną. Inwertery posiadają własne układy regulacji i zabezpieczeń mające na celu utrzymanie właściwych parametrów energii elektrycznej oraz zabezpieczenia uniemożliwiające podanie napięcia na wyłączoną sieć. Oprócz sterowania urządzenia posiadają wbudowaną funkcję monitorowania generatorów fotowoltaicznych z komunikacją przez sieć Ethernet, bezprzewodową lub komórkową w celu zapewnienia pełnej widoczności systemu oraz podglądu ilości energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną. Dla projektowanej instalacji projektuje się jeden hybrydowy inwerter o mocy znamionowej 50 kW przystosowane do współpracy z systemem magazynowania energii.

Schemat połączenia poszczególnych łańcuchów modułów PV do inwertera przedstawia Rys. EPV.5.

Wymagane parametry zastosowanego inwertera:

- typ: beztransformatorowy, 3-fazowy,
- możliwość współpracy z bateryjnym magazynem energii,
- ilość zastosowanych inwerterów: nie więcej niż 4 sztuki,
- zakres mocy inwerterów: 10 kW – 50 kW, przy czym sumaryczna moc inwerterów musi odpowiadać mocy projektowanej instalacji fotowoltaicznej,
- maksymalna sprawność: nie mniejsza niż 98,2%
- zabezpieczenie odcinające napięcie przy braku obecności sieci zasilającej,
- zabezpieczenie przed pracą wyspową,

- zabezpieczenie zwarciorowe,
- system wykrywania i gaszenia łuków elektrycznych,
- pomiar rezystancji izolacji,
- stopień ochrony: nie mniejszy niż IP65
- gwarancja na produkt: nie krótsza niż 10 lat,
- dowolny protokół komunikacyjny, bezprzewodowa komunikacja,
- urządzenie musi posiadać dokumentację zgodną z wymaganiami Operatora Systemu Dystrybucyjnego oraz parametry spełniające wymagania Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej Operatora Sieci Dystrybucyjnej,
- inwerter musi spełniać wymagania obowiązujących norm (m.in. EN 50549-1/2) oraz posiadać stosowne certyfikaty i deklaracje zgodności (m.in. certyfikat CE, Deklaracja zgodności UE).

Zastosowane inwertery powinny mieć możliwość współpracy z systemem monitoringu zdalnego poprzez zintegrowany modem lub zewnętrzne akcesorium. Urządzenie powinno zbierać następujące dane:

- chwilowa moc instalacji,
- napięcie pracy, prąd pracy,
- energia wyprodukowana w okresie: dzień, miesiąc, rok, całkowita energia wyprodukowana przez system.

Wszystkie inwertery zastosowane w instalacji PV muszą pochodzić od jednego producenta. Parametry zastosowanego inwertera muszą być potwierdzone w aktualnych kartach katalogowych lub oświadczeniach wystawionych przez producenta/dystrybutora inwertera oraz aktualnymi certyfikatami i deklaracjami zgodności.

Wymaga się, aby w ramach gwarancji producenckiej zapewniony był demontaż wadliwych inwerterów, a także montaż naprawionych lub nowych urządzeń. W przypadku, gdy gwarancja producenta nie obejmuje tych działań obowiązek ten będzie spoczywać na Wykonawcy przez cały okres obowiązywania gwarancji producenta.

Zamiennie z jednym inwerterem 50 kW dopuszcza się rozdzielenie mocy na kilka inwerterów o mocy jednostkowej z przedziału 10 kW – 50 kW, przy czym sumaryczna moc inwerterów musi odpowiadać mocy projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

Dobór inwertera

$$P_{GEN}/P_{AC} = < 0,85 \div 1,15 >$$

gdzie:

P_{GEN} – znamionowa moc instalacji PV

P_{AC} – znamionowa moc czynna AC inwertera

$$50,00/50,00 = 1,0 \in < 0,85 \div 1,15 >$$

Inwerter dobrano poprawnie.

– Magazyn energii

W celu zwiększenia autokonsumpcji energii elektrycznej wyprodukowanej przez system PV projektuje się zastosowanie litowego magazynu energii o łącznej pojemności 75 kWh.

System akumulatorów jest urządzeniem służącym do gromadzenia energii w momencie, w którym jej produkcja z instalacji fotowoltaicznej jest większa od zużycia. Dzieje się tak do momentu pełnego naładowania urządzenia. Jeżeli magazyn jest w pełni naładowany, nadwyżka produkcji z generatora PV kierowana jest do sieci elektroenergetycznej. W momencie niedoboru energii z instalacji fotowoltaicznej rozpoczyna się rozładowywanie magazynu w celu zaspokojenia zapotrzebowania energetycznego budynku. Jeżeli dojdzie do rozładowania magazynu do ustalonej wartości, energia będzie pobierana z sieci.

System składa się z modułów sterujących i zestawu ogniw zintegrowanych w moduły bateryjne. Magazyn ma wbudowany BMS (system zarządzania baterią), który może zarządzać i monitorować informacje o ogniwach, w tym napięcie, prąd i temperaturę. BMS posiada funkcje zabezpieczające, w tym nadmierne rozładowanie, przeladowanie, nadmierny prąd.

Wymagane parametry zastosowanego magazynu energii:

- typ baterii: litowo-jonowa,
- wymagana pojemność: 75 kWh,
- modułowa konstrukcja,
- żywotność: min. 6000 cykli ładowania,
- maksymalna głębokość rozładowania: min. 80%
- klasa ochrony: IP65,
- temperatura pracy: od -10°C do +50,
- gwarancja: min. 10 lat,
- port komunikacyjny: CAN/RS485,
- sterowanie pracą poprzez dedykowany BMS producenta baterii,
- magazyn musi być w pełni kompatybilny z zastosowanymi inwerterami, warunek musi być potwierdzony dokumentem wystawionym przez producenta baterii,
- urządzenie musi spełniać wymagania obowiązujących norm oraz posiadać stosowne certyfikaty m.in.: CE/IEC62619/RCM/SSA.

7.5. Konfiguracja instalacji fotowoltaicznej

Moduły fotowoltaiczne należy łączyć szeregowo.

Projektuje się podział instalacji fotowoltaicznej na sześć łańcuchów (obwodów) PV podłączonych do jednego inwertera o mocy 50 kW posiadającego cztery niezależne układy śledzące MPPT.

Konfiguracja projektowanej instalacji PV:

- łańcuch 1: 18 modułów PV – MPPT A1
- łańcuch 2: 18 modułów PV – MPPT A2
- łańcuch 3: 17 modułów PV – MPPT B1
- łańcuch 4: 16 modułów PV – MPPT C1

- łańcuch 5: 16 modułów PV – MPPT C2
- łańcuch 6: 15 modułów PV – MPPT D1

7.6. Umieszczenie urządzeń instalacji PV

Wyłącznik ppoż., obniżający napięcie po stronie stałoprądowej do poziomu bezpiecznego przed wejściem przewodów DC do budynku oraz rozdzielnice z dodatkowymi ogranicznikami przepięć DC, należy zamontować, zgodnie z rysunkiem EPV.2, na dachu, na konstrukcji wsporczej modułów przy skrajnych końcach łańcuchów PV.

Inwerter wraz z rozdzielnicami RPV oraz RI zostanie zamontowany na północnej ścianie w pomieszczeniu zaplecza administracyjnego na parterze (pomiędzy pomieszczeniem biura obsługi klienta, a pomieszczeniem biurowym). W pomieszczeniu tym projektuje się również montaż systemu magazynowania energii.

Dodatkowy licznik energii na potrzeby instalacji PV i systemu magazynowania energii należy zabudować w istniejącej rozdzielni głównej RG.

Wszystkie urządzenia instalacji PV należy montować na stabilnym, niepalnym podłożu w miejscach o ograniczonym dostępie dla osób nieuprawnionych. Podczas montażu urządzeń instalacji PV należy zachować przewidziane przez producenta odstępstwa od innych przedmiotów i urządzeń celem prawidłowego odprowadzania ciepła oraz bezpieczną odległość od palnych elementów wykończenia i wyposażenia.

W przypadku stwierdzenia, iż przegrody wewnętrzne wykonane są w technologii lekkiej zabudowy (ścianki działowe z płyt gipsowo-kartonowych) montaż urządzeń należy realizować wyłącznie na dedykowanej podkonstrukcji (np. stalowej, systemowej), zapewniającej odpowiednią nośność i stateczność mocowania.

Zamierzone miejsce montażu urządzeń instalacji PV przedstawiają rysunki EPV.2, EPV.3.

7.7. Przyłączenie instalacji PV do sieci elektroenergetycznej

Miejscem przyłączenia instalacji fotowoltaicznej do sieci wewnętrznej obiektu będzie istniejąca rozdzielnica główna zlokalizowana w dedykowanym pomieszczeniu pod schodami, na parterze przy wejściu A do budynku biurowego (Rys. EPV.3). Moc z instalacji PV zostanie odprowadzona do wewnętrznej instalacji zasilającej obiekt w energię elektryczną za pomocą kabla typu YKYżo 5x35 mm². System fotowoltaiczny zostanie podłączony do sieci dystrybucji energii elektrycznej niskiego napięcia trójfazowego prądu przemiennego o napięciu 400 V, której Operatorem jest PGE Dystrybucja S. A.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami instalacje OZE o mocy nominalnej do 50 kW podlegają zgłoszeniu przyłączenia mikroinstalacji do sieci dystrybutora energii elektrycznej.

Po zakończeniu robót montażowych źródła wytwórczego Wykonawca przed jego uruchomieniem zobowiązany jest do zgłoszenia przyłączenia mikroinstalacji do sieci elektroenergetycznej lokalnego OSD.

Sposób rozliczania mikroinstalacji zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa energetycznego instalacji OZE.

7.8. Prowadzenie kabli po stronie DC

Połączenie pomiędzy poszczególnymi sąsiadującymi modułami w rzędzie zostanie wykonane za pomocą kabla DC dołączonego do skrzynki przyłączeniowej dla każdego modułu PV. Połączenia pomiędzy oddalonymi od siebie modułami w szeregu oraz skrajnymi końcami łańcuchów (stringów) a inwerterem zostanie zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych o przekroju żył roboczych 6 mm^2 o napięciu znamionowym 1,5kV (DC). Wszystkie połączenia po stronie prądu stałego będą realizowane z wykorzystaniem przeznaczonych do tego celu konektorów w standardzie MC4.

Moduły będą łączone szeregowo. Na dachu przewody wysokonapięciowe DC będą prowadzone bezpośrednio pod modułami PV, natomiast poza obszarem ogniw fotowoltaicznych w metalowych ocynkowanych korytkach kablowych perforowanych z pokrywą (szer. 50 mm, wys. 50 mm) układanych na dedykowanych uchwytach betonowych w tworzywie trwale przymocowanych do dachu poprzez klejenie. Pokrywy należy zabezpieczyć z zastosowaniem metalowych zapinek uniemożliwiających ich otwarcie. Przed wejściem oraz po wyjściu z koryt kablowych przewody należy prowadzić w peszlu ochronnym przystosowanym do pracy w przestrzeniach otwartych i odpornym na promieniowanie UV.

Przewody z dachu należy wprowadzić przez połąć dachową dedykowanym przepustem kablowym typu „fajka”, dalej przewody należy sprowadzić na parter pionowo w dół przebiciami przez stropy bezpośrednio do pomieszczenia zaplecza administracyjnego gdzie zamontowana zostanie rozdzielnica RPV za pośrednictwem, której przewody solarne zostaną przyłączone do inwertera.

Wszystkie trasy kablowe wewnątrz budynku należy prowadzić naściennie przez pomieszczenia znajdujące się bezpośrednio nad pomieszczeniem przewidzianym na lokalizację inwertera.

Przebieg trasy kablowej DC przedstawiają rysunki EPV.2, EPV.3.

Przewody muszą być luźno ułożone, nie mogą być układane pod obciążeniem mechanicznym, muszą być odciążone i w wystarczającym stopniu uwolnione od naprężeń. Przewody solarne należy zamocować do konstrukcji opaskami zaciskowymi odpornymi na promieniowanie UV w sposób uniemożliwiający kontakt z powierzchnią pod panelami.

Okablowanie DC prowadzić możliwie najkrótszymi trasami, bezkolizyjnie z innymi instalacjami i urządzeniami. Trasa powinna być przejrzysta, prosta i dostępna dla prawidłowej konserwacji oraz remontów. Prace związane z układaniem kabli i przewodów nie mogą prowadzić do uszkodzenia przegród budowlanych, które prowadziłyby do przeciekania wody i przenikania wilgoci do jego wnętrza.

Trasy kablowe przewodów DC oznakować poprzez umieszczenie na nich następującej informacji: „Niebezpieczeństwo. Wysokie napięcie DC”.

Łącząc panele fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów, w których mogłyby się indukować napięcia. W celu minimalizacji wewnętrznej indukcji magnetycznej należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

Minimalne wymagania dla przewodów fotowoltaicznych:

- dedykowane do instalacji fotowoltaicznych,
- napięcie pracy: 1,5 kV,
- temperatura pracy musi zawierać się w granicach minimum: -40°C do $+70^{\circ}\text{C}$
- podwójna izolacja,

- odporny na pionowe rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z IEC 60332-1-2 (lub równoważną),
- powłoka zewnętrzna specjalna usieciowana polietylenowa bezhalogenowa, odporna na UV, warunki atmosferyczne, ozon,
- dobra odporność na nacięcia i ścieranie,
- bezhalogenowy (ilość kwasowego gazu halogenowego) wg EN 50525-1 (lub równoważnej),
- przewidywany okres eksploatacji: minimum 25 lat.

7.9. Prowadzenie kabli po stronie AC

Inwerter zostanie połączony z istniejącą rozdzielnicą główną RG stanowiącą punkt wpięcia instalacji PV do sieci wewnętrznej przedmiotowego obiektu. Linie zasilania pomiędzy poszczególnymi urządzeniami należy wykonać za pomocą przewodów typu YKYżo 5x35 mm².

Kable energetyczne z wyjścia z inwertera połączone zostaną z aparatami zabezpieczającymi zabudowanymi w rozdzielnicy RI. Dalej przewód należy doprowadzić do rozdzielnicy głównej RG gdzie zostanie wpięty dostarczając wytworzoną energię na obwody odbiorcze w istniejącej instalacji wewnętrznej przedmiotowego obiektu.

Przebieg trasy kablowej AC przedstawia rysunek EPV.3.

Przewody należy ułożyć po trasie najbardziej optymalnej pod względem ich rozłożenia i długości, bezkolizyjnie z innymi instalacjami i urządzeniami, w sposób umożliwiający ich wymianę bez potrzeby naruszenia konstrukcji budynku.

Wewnątrz budynku trasy kablowe należy prowadzić natynkowo.

Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter IN o moc 50 kW z rozdzielnicą RI ze względu na obciążalność prądową długotrwałą:

$$I_z > I_B$$

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}$$

gdzie:

I_z – dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa dla wybranego typu i przekroju przewodu, [A].

I_B – obliczeniowy prąd obciążenia przewodu, [A]

P – moc czynna obciążenia przewodu, [W]

U_n – napięcie międzyfazowe, [V]

$\cos \varphi$ – współczynnik mocy, przyjmuje się 0,90

$$I_B = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 80,19 \text{ A}$$

Dobrano przewód typu YKYżo 5x35 mm² o obciążalności prądowej 138 [A].

$$138 \text{ A} > 80,19 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter IN o mocy 50 kW z rozdzielnicą RI ze względu na straty napięcia:

Obliczenia dla wybranego przewodu typu YKYżo 5x35 mm²

$$\text{straty napięcia} = (P \cdot l) / (U^2 \cdot k \cdot A) \cdot 100\% \leq 1\%$$

gdzie:

P – moc instalacji [W]

l – sumaryczna długość obwodu [m]

U – napięcie wyjściowe instalacji [V]

k – przewodność właściwa dla miedzi 48-55, dla aluminium 0,9 -33 m/ohm · mm²

A – przekrój poprzeczny przewodu [mm²]

$$\text{straty napięcia} = \frac{50000 \cdot 1 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 6} = 0,09\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI z rozdzielnicą RG (miejscem wpięcia) ze względu na obciążalność prądową długotrwałą:

$$I_B = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 80,19 \text{ A}$$

Dobrano przewód typu YKYżo 5x35 mm² o obciążalności prądowej 138 [A].

$$138 \text{ A} > 80,19 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI z rozdzielnicą RG (miejscem wpięcia) ze względu na straty napięcia:

Obliczenia dla wybranego przewodu typu YKYżo 5x35 mm²

$$\text{straty napięcia} = (P \cdot l) / (U^2 \cdot k \cdot A) \cdot 100\% \leq 1\%$$

gdzie:

P – moc instalacji [W]

l – sumaryczna długość obwodu [m]

U – napięcie wyjściowe instalacji [V]

k – przewodność właściwa dla miedzi 48-55, dla aluminium 0,9 -33 m/ohm · mm²

A – przekrój poprzeczny przewodu [mm²]

$$\text{straty napięcia} = \frac{50000 \cdot 24 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 35} = 0,39\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

7.10. Instalacja uziemiająca i wyrównawcza instalacji fotowoltaicznej

Budynek wyposażony jest w instalację uziemiającą.

Dla uziemienia obudów urządzeń i przewodów instalacji fotowoltaicznej, na których nie występuje trwale potencjał elektryczny, należy wykonać instalacje połączeń wyrównawczych. Elementem wyrównującym potencjały jest przewód wyrównawczy. Wszystkie ramy modułów i konstrukcje montażowe muszą być prawidłowo uziemione.

Uziemienie ram modułów oraz połączenia wyrównawcze między poszczególnymi rzędami konstrukcji należy wykonać za pomocą linki miedzianej o przekroju min.6 mm².

Przewód uziemiający musi być prawidłowo przymocowany do konstrukcji wsporczej w celu zapewnienia dobrego kontaktu elektrycznego. Jeśli system montażowy jest wykonany z metalu to

powierzchnia struktury musi być galwaniczna i musi mieć doskonałą przewodność. W przypadku powierzchni anodyzowanych (pokrytych powłoką tlenku aluminium) w celu zapewnienia galwanicznej ciągłości połączeń wyrównawczych należy zastosować dedykowane podkładki uziemiające, które dzięki ostrym wypustkom uszkadzają warstwę anody i zapewniają trwałe połączenie elektryczne.

W celu ekwipotencjalizacji koryt kablowych, należy wykonać połączenia wyrównawcze, co 15 – 20 metrów pomiędzy poszczególnymi elementami ciągu koryta kablowego, najkrótszym połączeniem do innego elementu uziemionego za pomocą przewody LgYo przekroju min. 6 mm². Przewód ochronny należy połączyć z korytami za pomocą dedykowanych końcówek oczkowych powlekanych w celu uniknięcia różnicy potencjałów na styku metali o różnych potencjałach elektrochemicznych.

Przewody uziemiające na dachu należy przyłączyć do najbliższych istniejących przewodów uziemionych.

Połączeniem wyrównawczym, celem zapewnienia bezpieczeństwa przeciwporażeniowego należy objąć również inne metalowe części instalacji i urządzeń fotowoltaicznych to jest na przykład: aluminiowy radiator inwertera oraz inne metalowe elementy konstrukcji rozdzielnic elektrycznych. Przewody ochronne prowadzone w budynku należy wpiąć do istniejącej szyny wyrównawczej.

Należy zachować ciągłość galwaniczną wszystkich przewodów ochronnych PE. Trasy kablowe należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi i prowadzić najkrótszą drogą, równolegle możliwie blisko trasy kablowej DC i AC, aby uniknąć tworzenia pętli indukcyjnych.

7.11. Ochrona odgromowa instalacji fotowoltaicznej

Budynek jest objęty ochroną odgromową. Montaż instalacji fotowoltaicznej nie zmienia dotychczasowego stopnia ochrony odgromowej obiektu. Rozstaw modułów PV nie będzie kolidował z ułożeniem zwodów poziomych na dachu.

Ochrona instalacji fotowoltaicznej przed skutkami oddziaływania wyładowań atmosferycznych zostanie zapewniona za pomocą masztów odgromowych zamontowanych na dachu w ramach wymiany istniejącej instalacji piorunochronnej, które zostaną rozmieszczone na podstawach betonowych w miejscach wskazanych na rysunku EPV.1.

Podczas montażu modułów PV należy zachować odstęp izolacyjny od istniejących elementów LPS wynoszący min. 0,3 m. Jeżeli nie ma możliwości zachowania odstępu izolacyjnego pomiędzy modułami PV a elementami urządzenia piorunochronnego należy wykonać dodatkowe połączenia wyrównawcze między obudową paneli a układem zwodów.

W miejscach krzyżowania się instalacji odgromowej z trasą kablową należy na zwody poziome (druć odgromowy) nałożyć rurę odgromową (grubościenną) $\varnothing 18/28$ mm grubość min. 4mm (0,5 m po obu stronach od punktu przecięcia).

Właściwe funkcjonowanie oraz bezpieczeństwo instalacji PV zapewnione będzie również poprzez uziemienie modułów i systemu mocowania oraz zastosowanie ochrony przeciwprzepięciowej. Instalację należy wyposażyć w ograniczniki przepięć typu T1+T2 po stronie stałoprądowej DC (na każdym stringu) oraz ograniczniki przepięć typu T1+T2 po stronie zmiennoprądowej AC.

Przewody ochronne należy prowadzić równolegle możliwie blisko trasy kablowej DC i AC, aby uniknąć tworzenia pętli indukcyjnych.

7.12. Ochrona przeciwprzepięciowa, przeciążeniowa i zwarciorowa instalacji fotowoltaicznej

Zabezpieczenie urządzeń po stronie DC od zwarcia i przeciążenia realizowane będzie przez zabezpieczenia wbudowane w inwerterze, który wyposażony jest w odpowiednią aparaturę dla każdego łańcucha elektrycznego DC wprowadzonego indywidualnie na wejścia DC dla każdego wejścia MPPT.

Ochronę przed przepięciami pochodzącymi z sieci energetycznej oraz spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi stanowić będzie uniwersalny, modułowy ogranicznik przepięć typu T1+T2 dla ochrony instalacji PV (po stronie DC) zainstalowany na każdym stringu w rozdzielnicy RPV.

Ze względu na znaczną odległość między generatorem fotowoltaicznym zlokalizowanym na dachu a inwerterami zamontowanymi wewnątrz budynku (> 10 m) zaprojektowano podwójny układ zabezpieczeń – bezpośrednio przy modułach PV oraz na wejściu inwertera.

Zabezpieczenie nadprądowe inwertera zostanie zrealizowane za pomocą wyłącznika nadprądowego do prądu stałego DC o wartości 16A.

Po stronie AC inwerter zostanie zabezpieczony wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym o charakterystyce czasowo-prądowej typu „B” i wartości 100A. Ochronę przed przepięciami po stronie zmiennoprądowej stanowić będzie ogranicznik przepięć typu T1+T2. Zabezpieczenia inwertera zainstalowane zostaną w rozdzielnicy RI.

Ograniczniki przepięć po stronie DC i AC należy podłączyć do szyny wyrównawczej przewodem ochronnym o przekroju LgYżo 16 mm².

Rezystancja uziemienia powinna wynosić $R \leq 10\Omega$.

Ponadto rozdzielnicę główną RG należy rozbudować o dodatkowy aparat łączeniowy (rozłącznik bezpiecznikowy z zabezpieczeniem gG125A) stanowiący zabezpieczenie kabla odpływowego do sieci wewnętrznej na odcinku między rozdzielnicą RI a punktem wpięcia.

7.13. Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia po stronie DC

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

$$[1] I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$[2] I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

gdzie:

I_B – maksymalny prąd wyjściowy po stronie DC łańcucha PV [A]

I_Z – długotrwała obciążalność prądowa kabla [A]

I_N – prąd znamionowy lub prąd nastawienia urządzenia zabezpieczającego, [A]

I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

Jako zabezpieczenie obwodów prądu stałego przed skutkami zwarc i przeciążeń dobrano wyłącznik nadmiarowo prądowy DC C16A.

$$I_B = 14,05 \text{ [A]}$$

$$I_N = 16 \text{ [A]}$$

$$I_z = 70 \text{ [A]}$$

$$I_2 = 1,45 \times 16 \text{ [A]} = 23,20 \text{ [A]}$$

$$1,45 \times I_z = 1,45 \times 70 \text{ [A]} = 101,50 \text{ [A]}$$

$$14,05 \text{ [A]} \leq 16 \text{ [A]} \leq 70 \text{ [A]} - \text{warunek [1] spe\u0144niony}$$

$$23,20 \text{ [A]} \leq 101,50 \text{ [A]} - \text{warunek [2] spe\u0144niony}$$

Zabezpieczenia po stronie AC

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpiecze\u0144:

$$[1] I_B \leq I_N \leq I_z$$

$$[2] I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

gdzie:

I_B – maksymalny pr\u0105d wyj\u015bciowy po stronie AC inwertera, [A]

I_z – d\u0142ugotrwa\u0142a obci\u0105\u017calno\u015b\u0107 pr\u0105dowa przewodu, [A]

I_n – pr\u0105d znamionowy lub pr\u0105d nastawienia urz\u0105dzenia zabezpieczaj\u0105cego, [A]

I_2 – pr\u0105d zadzia\u0142ania urz\u0105dzenia zabezpieczaj\u0105cego

Inwerter o mocy 50 kW – rozdzielnica RI: przew\u00f3d YKY\u017co 5x35 mm²

Jako zabezpieczenie przecia\u017czeniowe kabla dobrano w\u0142\u0105cznik nadmiarowo pr\u0105dowy B100 A.

$$I_B(50 \text{ kW}) = 80,19 \text{ [A]}$$

$$I_N = 100 \text{ [A]}$$

$$I_z = 138 \text{ [A]}$$

$$I_2 = 1,45 \times 100 \text{ [A]} = 145,0 \text{ [A]}$$

$$1,45 \times I_z = 1,45 \times 138 \text{ [A]} = 200,1 \text{ [A]}$$

$$80,19 \text{ [A]} \leq 100 \text{ [A]} \leq 138 \text{ [A]} - \text{warunek [1] spe\u0144niony}$$

$$145,0 \text{ [A]} \leq 200,1 \text{ [A]} - \text{warunek [2] spe\u0144niony}$$

Rozdzielnica RI – rozdzielnica g\u0142\u00f3wna RG: przew\u00f3d YKY\u017co 5x35 mm²

Jako zabezpieczenie przecia\u017czeniowe kabla dobrano roz\u0142\u0105cznik bezpiecznikowy z zabezpieczeniem gG125 A.

$$I_B = 80,19 \text{ [A]}$$

$$I_N = 125 \text{ [A]}$$

$$I_z = 138 \text{ [A]}$$

$$I_2 = 1,6 \times 125 \text{ [A]} = 160,0 \text{ [A]}$$

$$1,6 \times I_z = 1,6 \times 138 \text{ [A]} = 220,8 \text{ [A]}$$

$$80,19 \text{ [A]} \leq 125 \text{ [A]} \leq 138 \text{ [A]} - \text{warunek [1] spe\u0144niony}$$

$$160,0 \text{ [A]} \leq 220,8 \text{ [A]} - \text{warunek [2] spe\u0144niony}$$

7.14. Ochrona przeciwpo\u017carowa instalacji fotowoltaicznej

Ochrona przeciwpo\u017carowa instalacji fotowoltaicznej zapewniona zostanie poprzez zastosowanie w obwodach DC przeciwpo\u017carowego w\u0142\u0105cznika bezpiecze\u0144stwa sterowanego automatycznie poprzez si\u0119 pr\u0105du zmiennego. W chwili zaniku napi\u0119cia zasilaj\u0105cego po stronie AC

nastąpi odłączenie (przerwanie) obwodów DC, dzięki czemu wysokie napięcie po stronie stałoprądowej mogące wynosić do 1000 V dochodzić będzie jedynie do skrzynki ppoż. Przywrócenie zasilania AC spowoduje automatyczne załączenie obwodów prądu stałego. W rozdzielnicy RI zabudowane zostaną jednopolowe wyłączniki nadprądowe zasilające obwody sterownia wyłączników ppoż.

Wyłącznik powinien być zamontowany blisko paneli fotowoltaicznych, co stwarza bezpieczne środowisko dla strażaków – zmniejsza potencjalne uszkodzenia i zapewnia bezpieczeństwo systemu fotowoltaicznego. Wyłączniki należy połączyć z rozdzielnicą RI przewodem OMY 3x0,75 mm². Przewód prowadzić na wspólnej trasie z przewodami solarnymi DC.

Ponadto zastosowany inwerter powinien być wyposażony w system wykrywania i gaszenia łuków elektrycznych, a także pomiar rezystancji izolacji oraz zabezpieczenie przed pracą wyspową. Inwerter należy montować na podłożu niepalnym, w odległości minimum 0,5 m od innych materiałów i konstrukcji palnych.

W celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w PV (zgodnie z normą PN-EN 60364-7-712 lub równoważną). Piktogramy z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku zostaną umieszczone w miejscu przyłączenia instalacji PV, przy liczniku, przy głównym wyłączniku zasilania oraz przy wejściach głównych do budynku. Okablowanie DC należy oznakować tablicą bezpieczeństwa informującą o obecności napięcia do 1kV.

W projekcie instalacji fotowoltaicznej trzymano się następujących zasad wiedzy technicznej mających na względzie zminimalizowanie ryzyka powstania pożaru:

- połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkozłączek tego samego typu i producenta;
- zminimalizowano w instalacji ilość połączeń DC;
- trasy przewodów DC prowadzono w korytach kablowych/rurkach instalacyjnych (bez narażenia przewodów na ostre krawędzie);
- kable instalacji PV nie będą prowadzone w obrębie istniejących szachtów wentylacyjnych;
- trasy kablowe DC będą odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC”.
- przepusty instalacyjne przez ściany oddzielenia przeciwpożarowego zostaną zabezpieczone do klasy odpowiadającej klasie oddzielenia ppoż.;
- zapewniono ochronę odgromową/przebieciową urządzeń fotowoltaicznych;
- zapewniono ochronę przeciwpożarową instalacji fotowoltaicznej poprzez zastosowanie wyłączników bezpieczeństwa ppoż. obwodów elektrycznych prądu stałego DC.

Należy zapewnić wyposażenie instalacji fotowoltaicznej w gaśnice proszkowe 4 kg ABC (GP-4x) zlokalizowane w pobliżu inwertera PV. Do gaśnic winien być zapewniony dostęp o szerokości nie mniejszej niż 1 m.

Wykonawca po zakończeniu wszystkich robót objętych niniejszym projektem zobowiązany jest zgodnie z art. 29 ust. 4 pkt. 3 lit. c), w trybie art. 56 ust. 1a ustawy – Prawo budowlane (t.j. Dz.U. z 2025 r. poz. 418) do powiadomienia właściwej miejscowo jednostki Państwowej Straży Pożarnej o rozpoczęciu eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

7.15. Wymagania dla instalacji fotowoltaicznych wyposażonych w magazyn energii

Podczas montażu systemu magazynowania energii należy spełnić wymagania przepisów w zakresie PWP tj. zgodne z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U 2022 r. poz. 1225):

„§ 183

2. Przeciwpowarowy wyl4cznik pr4du, odcinaj4cy doplyw pr4du do wszystkich obwodow, z wyjatkiem obwodow zasilaj4cych instalacje i urz4dzenia, ktorych funkcjonowanie jest niezb4dne podczas powaru, nalezy stosow4c w strefach powarowych o kubaturze przekraczaj4cej 1000 m³ lub zawieraj4cych strefy zagrozone wybuchem.

3. Przeciwpowarowy wyl4cznik pr4du powinien byc umieszczony w pobliżu glównego wejscia do obiektu lub złącz4 i odpowiednio oznakowany.

4. Odciecie doplywu pr4du przeciwpowarowym wyl4cznikiem nie moze powodow4c samoczynnego załączenia drugiego źródl4 energii elektrycznej, w tym zespołu pr4dotwórczego, z wyjatkiem źródl4 zasilaj4cego oświeetlenie awaryjne, jeżeli wyst4puje ono w budynku.”

Ponadto:

- obiekt oraz pomieszczenie, w ktorym mieści się magazyn energii powinien byc odpowiednio oznakowany,
- akumulator nalezy zaznaczyć na planie obiektu wraz ze wskazaniem jego technologii,
- magazyn energii powinien byc zlokalizowany w oddzielnym pomieszczeniu nieprzeznaczonym na stały pobyt ludzi, o ograniczonym dostępie osób nieupowaznionych,
- w przypadku lokalizacji magazynu energii w obszarze poruszania się pojazdów nalezy zastosow4c dodatkowe zabezpieczenie przed uszkodzeniem mechanicznym (np. obijaki w garażu/na parkingu),
- w pomieszczeniu magazynu energii nie mog4 byc składowane materiały palne,
- w pomieszczeniach poniżej gruntu akumulatory nalezy montow4c na podwyższeniu min. 30 cm,
- pomieszczenie powinno byc odpowiednio wentylowane,
- pomieszczenie z magazynem energii powinno byc wydzielone za pomoc4 ścian i stropu REI 60, drzwi EI 30 oraz nalezy wyposazyc je w gaśnicę proszkow4 ABC z co najmniej 6 kg proszku gaśniczego. Dodatkowo w pomieszczeniu nalezy zastosow4c czujk4 dymu zgodn4 z EN 14604,
- dopuszcza się montaż banku akumulatorowego do 50 kWh zaś w przypadku wi4kszych magazynów nalezy zastosow4c odst4p 1 m pomi4dzy grupami,
- podczas montażu magazynu energii zachow4c odst4p min. 1 m od materiałow łatwo rozprzestrzeniaj4cych ogień za wyjatkiem połącz4 kablowych z reszt4 instalacji,
- nalezy zaktualizow4c Instrukcj4 Bezpieczeństwa Powarowego budynku o informacje dot. magazynu energii.

7.16. Monitoring parametrów

Projektuje się wykonanie monitoringu pracy instalacji w oparciu o rozwi4zanie systemowe producenta inwertera. Inwerter powinien byc wyposazony w interfejsy komunikacyjne, dzięki ktorym istnieje moźliwość komunikacji zdalnej w celu zarz4dzania i wizualizacji pracy ukł4du ogniw fotowoltaicznych. Moduł komunikacyjny, poprzez dedykowane oprogramowanie wykorzystuj4ce technologię informacyjno-komunikacyjn4 umoźliwia użytkownikowi, jak równieź instalatorowi zdalny

dostęp do bieżących i archiwalnych parametrów pracy instalacji PV. Łączy wszystkie porty, konwertuje protokoły, gromadzi i przechowuje dane oraz centralnie monitoruje urządzenia w instalacji PV. Urządzenie powinno monitorować podstawowe parametry pracy instalacji takie jak: moc chwilowa i wyprodukowana energia elektryczna, a także dostarczać dane o napięciu i natężeniu prądu po stronie DC i AC i informować o błędach związanych z pracą inwertera, modułów PV czy sieci elektroenergetycznej.

Ponadto system monitoringu powinien zapewnić:

- pełną widoczność parametrów technicznych instalacji, w tym interaktywne wykresy,
- wizualizację produkcji energii elektrycznej w ujęciu godzinowym, dziennym, miesięcznym rocznym oraz całociowym (całkowita energia wyprodukowana przez system),
- automatyczne powiadomienia o problemach z systemem,
- zdalne rozwiązywanie problemów i dostęp do danych systemowych czasu rzeczywistego oraz pomoc przy analizie przyczyn awarii,
- dostęp do aktualnych oraz historycznych danych wraz z ich archiwizacją,
- łatwy dostęp online za pomocą loginu i hasła z poziomu komputera, smartfona lub tabletu.

7.17. Dodatkowe opomiarowanie instalacji fotowoltaicznej

Na potrzeby zarządzania systemem magazynowania energii projektuje się dodatkowy licznik trójfazowy. Podstawową funkcją projektowanego licznika będzie maksymalizacja autokonsumpcji energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację PV poprzez identyfikację aktualnych obciążeń i zapotrzebowania energetycznego budynku. Projektowane urządzenie będzie wysyłało informację na temat nadprodukcji do inwertera, który będzie efektywnie przekazywał energię z instalacji PV do banku akumulatorów. Ponadto licznik będzie informował o całkowitej produkcji, nadprodukcji i poborze energii w przedmiotowym obiekcie.

Zastosowany licznik energii (licznik M1) będzie pracował w układzie półpośrednim współpracując z przekładnikami prądowymi 500/5A kl. 0.5. Projektowany miernik wraz z przekładnikami należy zabudować w istniejącej rozdzielnicy głównej RG i zabezpieczyć wyłącznikiem nadprądowym B6A. Miernik energii powinien być podpięty między licznikiem dostarczonym przez OSD, a pierwszym obciążonym obwodem tak by do licznika wchodziła energia z sieci i inwertera, a wychodziła na budynek. Taka lokalizacja pozwoli monitorować zarówno produkcję, jak i zużycie energii elektrycznej.

Miernik należy połączyć z inwerterem hybrydowym przewodem do magistrali szeregowej RS485. Kabel należy prowadzić na wspólnej trasie z przewodami AC.

Konfigurację zastosowanego miernika energii należy przeprowadzić zgodnie z zaleceniami producenta.

7.18. Planowane uzyski energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej

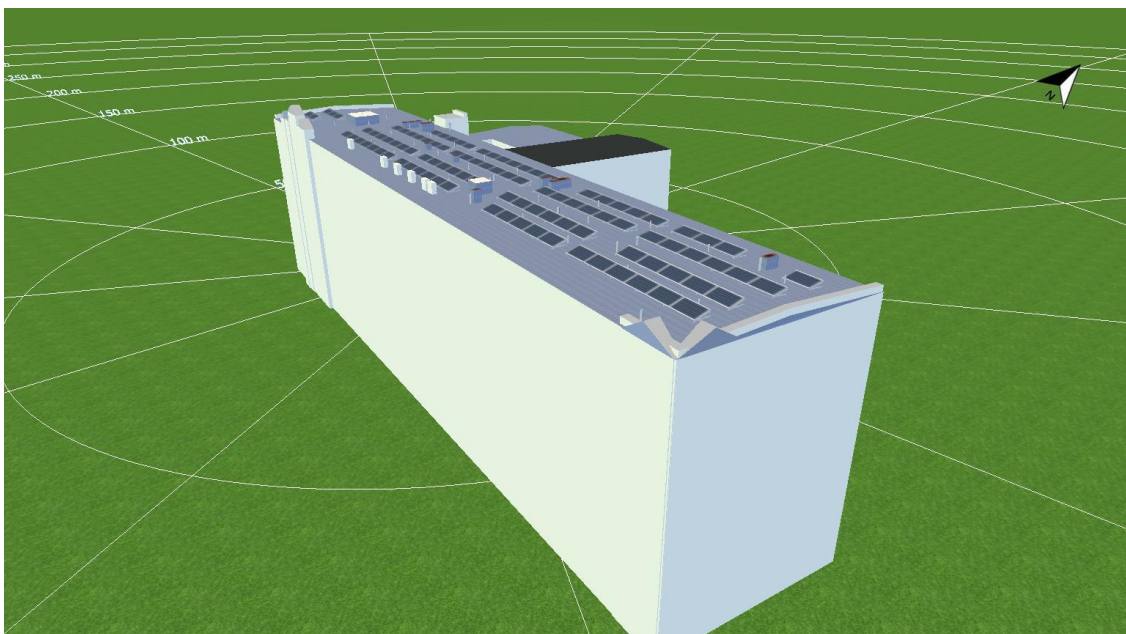
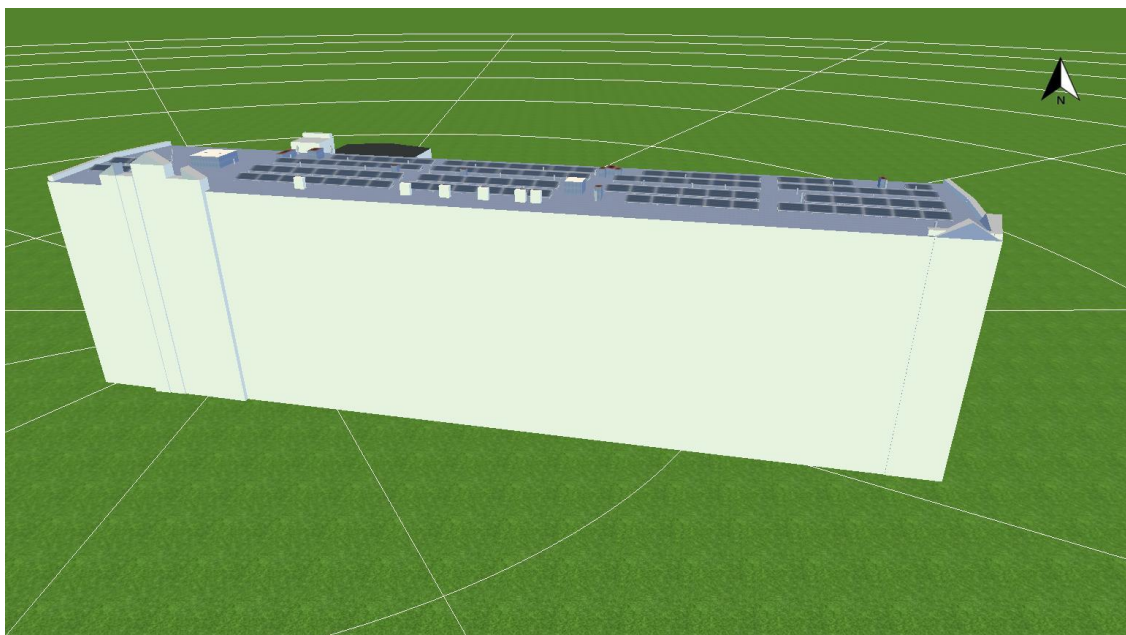
Dla projektowanej instalacji zostały opracowane symulacje rocznych uzysków energii za pomocą programu PVSOL Premium 2023. Program dysponuje danymi klimatycznymi dotyczącymi wartości nasłonecznienia na terenie m.in. województwa małopolskiego (dane klimatyczne: Kielce, źródło danych: Meteonorm 8.2). Na podstawie średniej z tych danych dokonywane są obliczenia uzysków energii z generatorów fotowoltaicznych.

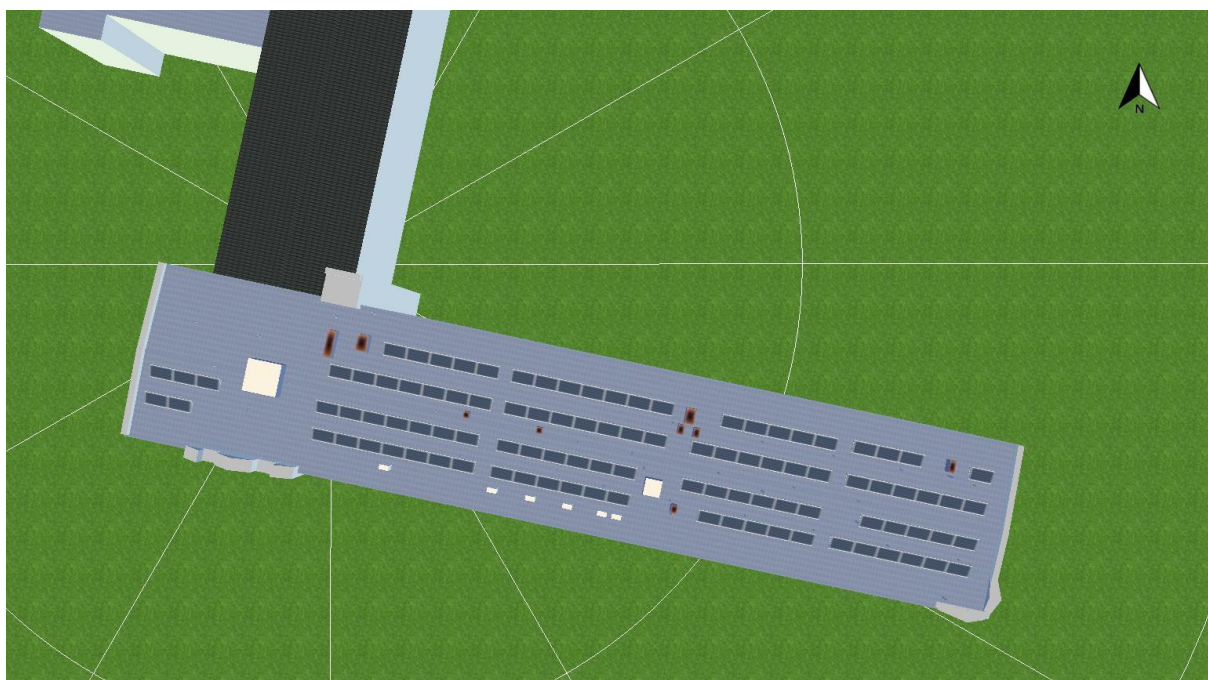
Podstawowe dane projektowanej instalacji:

- Moc instalacji: 50,0 kW
- Ilość modułów PV: 100 sztuki o mocy znamionowej 500 Wp każdy
- Orientacja modułów PV: południowa
- Sposób montażu: trójkąty montażowe o nachyleniu 15° mocowane poprzez klejenie

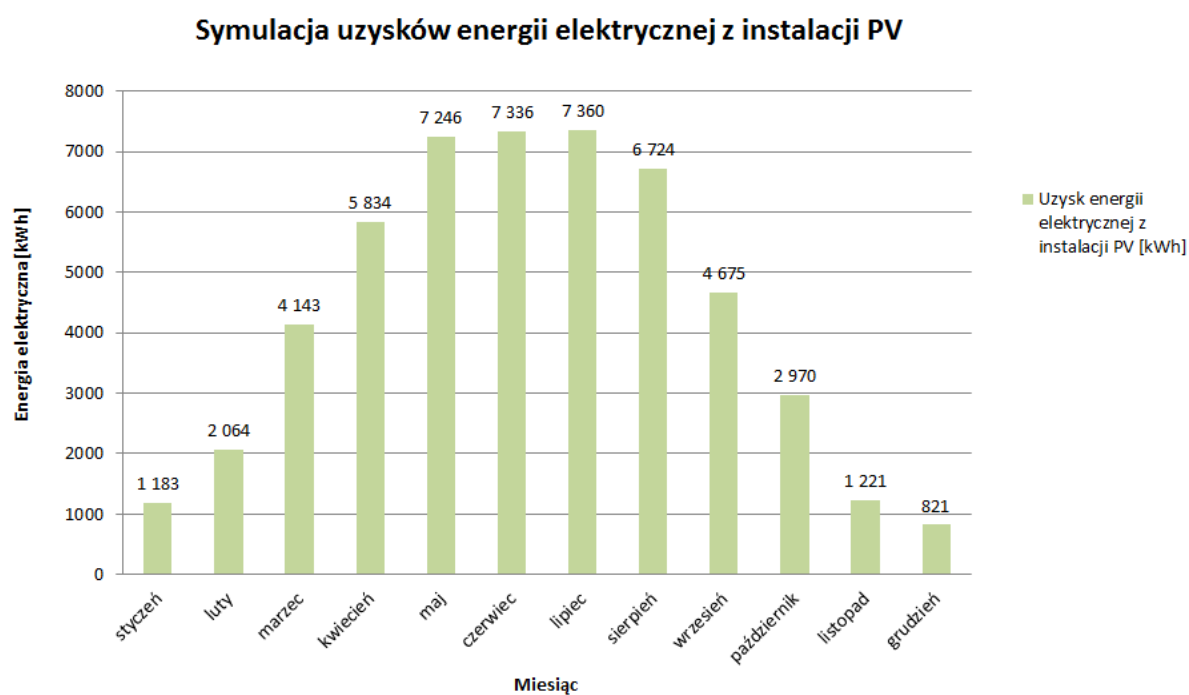
Uzyski z przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej w pierwszym roku pracy

- Ilość energii wyprodukowanej przez system: 51 576 kWh/rok
- Współczynnik wydajności: 1030 kWh/kWp
- Stopień redukcji, CO₂: 30 790 kg/rok



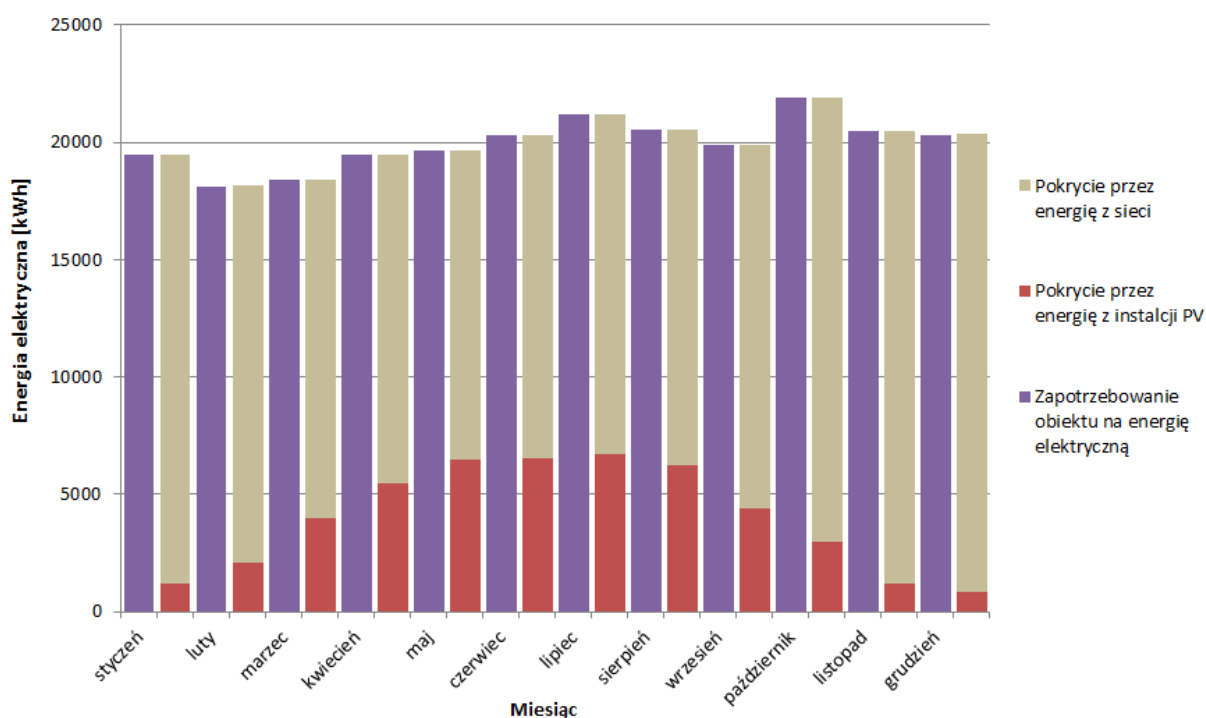


Rys. 7.18.1 Rozmieszczenie modułów PV na dachu obiektu – widok z programu PVSOL



Rys. 7.18.2 Symulowany roczny uzysk energii elektrycznej po pierwszym roku pracy

Pokrycie zapotrzebowania obiektu na energię elektryczną



Rys. 7.18.3 Pokrycie zapotrzebowania obiektu na energię elektryczną

Należy pamiętać, że z uwagi na wahania wydajności modułów w zależności od zmienności warunków atmosferycznych oraz czynniki zewnętrzne, takie jak ich zabrudzenie czy okresowe zacienienie obliczony uzysk energetyczny w ujęciu rocznym, w poszczególnych latach może różnić się od wartości przedstawionych powyżej.

7.19. Oznakowanie elementów instalacji fotowoltaicznej

Celem ułatwienia eksploatacji urządzeń i zapewnieniu bezpieczeństwa personelowi technicznemu instalację fotowoltaiczną należy oznaczyć:

- Inwertery PV – „Nie dotykać urządzenie elektryczne – inwerter fotowoltaiczny”,
- Rozdzielnice RPV – „Rozdzielnica fotowoltaiki – RPV”,
- Rozdzielnice RI – „Rozdzielnica fotowoltaiki – RI”,
- Trasy przewodów DC – „Niebezpieczeństwo. Wysokie napięcie DC.”,
- Przycisk ppoż. – „Przeciwpożarowy wyłącznik prądu”.

7.20. Uwagi końcowe

Po zakończeniu prac instalacyjnych należy wykonać:

- protokoły z pomiaru skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
- protokoły z badań odbiorczych instalacji elektrycznych,
- protokoły z pomiarów rezystancji uziemienia,
- protokoły z pomiarów impedancji pętli zwarcia.

Zakres prób odbiorczych (zgodnie z normą PN-HD 60364-6:2008):

- próba ciągłości przewodów ochronnych,
- pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej,
- próba ochrony za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania,
- pomiar rezystancji uziomów,
- sprawdzenie kolejności faz,
- próba działania.

Po zakończeniu instalacji wykonawca robót zobowiązany jest do wykonania wszystkich prac związanych ze zgłoszeniem instalacji OZE do określonego operatora energii elektrycznej i jej uruchomieniem do eksploatacji.

8. INSTALACJA ODGROMOWA

8.1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem tej części opracowania jest projekt wykonawczy wykonania nowej zewnętrznej instalacji piorunochronnej na dachu budynku biurowego Starostwa Powiatowego w Końskich.

Niniejsze opracowanie obejmuje opis projektowanych rozwiązań dla przedmiotowego obiektu w tym:

- wykonanie siatki zwodów na dachu,
- wykonanie ochrony odgromowej instalacji fotowoltaicznej,
- rzut dachu z siatką zwodów.

8.2. Opis obiektu

Obecnie budynek jest objęty ochroną odgromową składającą się z zwodów poziomych, pionowych, przewodów odprowadzających oraz złączy kontrolnych i uziomu.

Na dachu przedmiotowego budynku znajdują się liczne elementy infrastruktury wystające ponad połac dachową w tym m.in.: kominy wentylacyjne, anteny telekomunikacyjne, klapy oddymiające oraz urządzenia systemu wentylacji i klimatyzacji zasilane z wnętrza budynku.

Budynek zaliczany jest do obiektów usług publicznych w warunkach normalnego zagrożenia i wymaga podstawowej ochrony odgromowej.

8.3. Stan projektowany

W związku ze złym stanem technicznym istniejącej instalacji odgromowej przejawiającym się m.in. widocznymi śladami rdzy na przewodach i elementach mocujących oraz brakiem zachowania liniowości na krawędziach dachu projektuje się demontaż istniejącej i wykonanie nowej zewnętrznej instalacji odgromowej dostosowanej do istniejących przepisów.

Cała instalacja zwodów poziomych niskich na dachu budynku wykonana zostanie z drutu stalowego ocynkowanego o średnicy 8 mm układanego w systemie nie naciągowym.

Przewody odprowadzające, złącza kontrolne oraz uziom pozostają bez zmian.

Nową instalację piorunochronną należy wykonać w sposób jak najmniej ingerujący w pokrycie dachu, obróbki czy wykończenie blacharsko – dekarских.

Przed przystąpieniem do montażu instalacji odgromowej na dachu należy dokładnie zdiagnozować instalacje oraz odczytać założenia w zakresie remontu dachu.

Wszelkie prace instalacyjne dokonać w porozumieniu z innymi branżami.

8.4. Demontaże

Przed rozpoczęciem prac remontowych należy odłączyć istniejącą instalację odgromowa od przewodów odprowadzających, które pozostają bez zmian i zdemontować wszystkie pozostałe elementy instalacji odgromowej tzn. druty zwodów poziomych, uchwyty mocujące, zaciski krzyżowe, przelotowe. Istniejące elementy starej instalacji należy zdemontować w całości. Materiały uzyskane z demontażu należy posegregować, w zależności od rodzaju wywieźć do składowiska złomu, na wysypisko lub przekazać do utylizacji wyspecjalizowanej firmie.

8.5. Instalacja odgromowa

Zgodnie z normą PN-EN 62305-2:2012, aby zapewnić odpowiedni stopień ochrony odgromowej obiektu, na dachu projektuje się wykonanie siatki zwodów poziomych niskich uzupełnioną zwodami pionowymi w postaci masztów odgromowych.

Obiekt w warunkach normalnego zagrożenia. Urządzenie LPS zostało zaprojektowane zgodnie z wymogami III poziomu ochrony:

- typowe odległości między przewodami odprowadzającymi i pomiędzy przewodami otokowymi w klasie LPS IV: 15 m,
- maksymalne wymiary siatki zwodów: 15x15
- maksymalne wartości promienia toczącej się kuli: $R = 45$ m.

Instalacja odgromowa wykonana będzie z wykorzystaniem elementów sztucznych.

Dla obiektów znajdujących się na dachu przewidziano ochronę odgromową poprzez dobranie odpowiednich zwodów poziomych i pionowych. Rozmieszczenie projektowanych zwodów pokazano na planie instalacji odgromowej.

Elementy projektowanej instalacji odgromowej zewnętrznej:

- projektowane zwody poziome z drutu FeZn $\varnothing 8$ mm w rozkładzie wskazanym na rysunku EOG.1,
- projektowane maszty odgromowe o wysokości 1 m oraz 2 m na podstawie betonowej w rozkładzie wskazanym na rysunku EOG.1,
- dedykowane złącza odgromowe w ocynku ogniowym.

8.5.1. Zwody poziome

Na dachu wzdłuż kalenicy i na jego krawędziach należy ułożyć zwody poziome. Siatkę zwodów poziomych niskich należy wykonać z drutu stalowego ocynkowanego FeZn o średnicy 8 mm, układanego na wspornikach betonowych w tworzywie mocowanych do pokrycia dachu poprzez

klejenie. Na blachach ogniomurków zwody poziome należy montować na dedykowanych uchwytach kątowych mocowanych do blachy wkrętami z gumowym uszczelnieniem. Odległości między wspornikami/uchwytyami nie mogą przekraczać 0,8 m. Siatkę zwodów poziomych na dachu przedstawia Rys. EOG.1.

Wszystkie elementy metalowe znajdujące się na powierzchni lub nad powierzchnią dachu należy połączyć za pomocą specjalnych zacisków z najbliższym zwodem lub przewodem odprowadzającym (dotyczy to rynien biegnących przy dolnej krawędzi dachu, rynien spustowych, barier, pokryć metalowych itp.). Przewody zwodów poziomych łączyć ze sobą za pomocą dedykowanych złączy krzyżowych lub przelotowych.

Zwody poziome należy połączyć z istniejącymi przewodami odprowadzającymi. Połączenia należy wykonać z zastosowaniem dedykowanych złączy odgromowych.

8.5.2. Maszty odgromowe

Dach i znajdujące się na nim elementy, w tym projektowane moduły fotowoltaiczne, chronione będą poprzez zwody pionowe – maszty odgromowe montowane zgodnie z Rys. EOG.1. Maszty zaprojektowano z wykorzystaniem metody toczącej się kuli. Do obliczeń przyjęto promień toczącej się kuli równy 45 m.

Projektuje się 13 masztów odgromowych o wysokości 2 m oraz 1 maszt odgromowy o wysokości 1 m (na dachu szybu windy) mocowanych na pojedynczym obciążniku betonowym. Każdy maszt składa się z podstawy, iglicy z aluminium konstrukcyjnego oraz uchwytu (złącza) na drut odgromowy. Maszty należy połączyć z projektowanymi zwodami poziomymi. Połączenia należy wykonać drutem odgromowym FeZn $\varnothing 8$ mm z zastosowaniem dedykowanych złączy odgromowych w ocynku ogniowym.

Rozstaw elementów występujących na dachu (tj. kominów, jednostek wentylacyjnych, modułów PV) nie koliduje z elementami urządzenia piorunochronnego. Wszystkie elementy na dachu znajdować się będą w strefach ochronnych wyprowadzonych ze zwodów pionowych (masztów odgromowych) dlatego dla tych elementów nie projektuje się osobnej ochrony zwodami odgromowymi.

Przewody odprowadzające oraz złącza kontrole jakie są obecnie zastosowane pozostają bez zmian. Również uzbrojenie i zagospodarowanie terenu wokół budynku wraz z instalacją uziemiającą nie jest przedmiotem niniejszego projektu.

8.6. Ochrona przeciwprzepięciowa

Projekt nie przewiduje zmian w zakresie ochrony przeciwprzepięciowej, lecz należy ustalić i opisać jej stan istniejący powykonawczo. W budynku wykonana jest i istnieje ochrona przeciwprzepięciowa. W rozdzielniach elektrycznych budynku zastosowane są ochronniki przepięciowe. W nowych rozdzielnicach RPV i RI zastosowane zostaną ograniczniki przepięć typu T1+T2 dla ochrony urządzeń instalacji fotowoltaicznej.

8.7. Badania odbiorcze

Po zakończeniu prac montażowych należy przeprowadzić pomiary ciągłości instalacji odgromowej oraz pomiary rezystancji uziemienia. Każdy lokalny uziom powinien być poddany pomiarom oddzielnie w każdym punkcie probierczym – przy czy zacisk kontrolny pomiędzy przewodem odprowadzającym a każdym uziomem powinien być rozłączony. Zgodnie z zapisami w PN-EN 62305 należy dążyć do rezystancji mniejszej niż 10Ω . Z przeprowadzonych badań należy sporządzić raport pokontrolny i załączyć do dokumentacji powykonawczej instalacji odgromowej.

8.8. Konserwacja instalacji odgromowej

Wykonana instalacja odgromowa na budynku powinna być poddawana regularnym przeglądom, badaniom oraz konserwacji. Regularne badania okresowe należą do podstawowych warunków niezawodnego użytkowania urządzenia piorunochronnego. LPS powinno być poddawane oględzinom przynajmniej raz do roku. Pełne sprawdzanie i badania powinny być przeprowadzane co 5 lat. Wszystkie zaobserwowane uszkodzenia powinny być naprawiane bez zwłoki. Badania dodatkowe należy wykonywać po zmianach lub naprawach, lub gdy wiadomo, że obiekt był uderzony przez piorun. Jeśli stwierdzi się, że wartości z badań różnią się znacznie od wartości uzyskanych poprzednio przy tej samej procedurze probierczej, to należy wykonać dodatkowe badania w celu określenia przyczyn tej różnicy. Powinny być prowadzone kompletne zapisy wszystkich procedur konserwacji włącznie z podjętymi lub wymaganymi działaniami korygującymi. Zapisy z konserwacji LPS powinny być przechowywane razem z jego projektem i z raportami z jego sprawdzania.

Procedura kontroli powinna sprowadzać się do:

- kontroli wizualnej,
- wykonania pomiarów ciągłości,
- wykonania pomiarów uziemień,
- wykrycia i naprawienia braków w systemie ochronnym budynku,
- sporządzenia dokumentacji pokontrolnej.

Oprócz kontroli w wyznaczony terminach należy dokonywać kontroli wizualnej każdorazowo po:

- wystąpieniu stanów awaryjnych w sieci nN oraz SN zasilającej budynek,
- wyładowaniu w najbliższej okolicy lub bezpośrednio w obiekt,
- okresie zimowym, przed wiosennym sezonem burzowym.

8.9. Uwagi końcowe

Połączenia instalacji odgromowej naziemne wykonać za pomocą połączeń śrubowych, połączenia zabezpieczyć przed korozją i uszkodzeniami mechanicznymi. Stal, z których wykonane zostaną wszelkie złącza, złączki i uchwyty musi być cynkowana ogniowo.

9. Prowadzenie instalacji elektrycznych w budynku

Dla budynku zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem CPR nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 roku należy stosować kable i przewody o klasie minimalnej:

- Dca-s2, d1, a2 – dla pomieszczeń poza drogami ewakuacyjnymi,
- B2ca-s1b, d1, a1 – dla dróg ewakuacji.

W związku z powyższym, wszystkie projektowane kable wewnątrz budynków, użyte przy realizacji projektowanej inwestycji, prowadzone na drogach ewakuacji muszą posiadać minimalną klasę CPR określoną w ww. rozporządzeniu jako B2ca-s1b, d1, a1 (z uwagi na ich prowadzenie na drogach ewakuacji) lub odporność pożarową oznaczoną na projekcie (np.: FE180/PH90).

Instalacja elektryczna powinna być wykonana tak, aby nie występowało wzajemne szkodliwe oddziaływanie między tą instalacją a innymi instalacjami nieelektrycznymi stanowiącymi wyposażenie obiektu.

Całość instalacji elektrycznej należy wykonać miedzianymi przewodami instalacyjnymi o napięciu izolacji 450/750V oraz kablami 0,6/1 kV w izolacji i powłoce bezhalogenowej.

Dla odbiorników 1-fazowych będą to przewody trzyżyłowe, dla odbiorników 3-fazowych będą to przewody pięćżyłowe.

Wewnątrz budynku wszystkie trasy kablowe należy prowadzić natynkowo (tam gdzie to możliwe w przestrzeni sufitów podwieszanych) w dedykowanych, bezhalogenowych kanałach/rurkach elektroinstalacyjnych trwale przymocowanych do podłoża (ściany/sufitu).

Przewody należy ułożyć po trasie najbardziej optymalnej pod względem ich rozłożenia i długości, bezkolizyjnie z innymi instalacjami i urządzeniami, w sposób umożliwiający ich wymianę bez potrzeby naruszenia konstrukcji budynku. Trasa powinna być przejrzysta, prosta i dostępna dla prawidłowej konserwacji oraz remontów. Powinna przebiegać wzdłuż linii prostych - równoległych i prostopadłych do ścian i stropów, zmieniając swój kierunek tylko w zależności od potrzeb (łuki i rozgałęzienia, podejścia do urządzeń).

Wszystkie miejsca przekłuć przez przegrody budowlane, po wprowadzeniu instalacji należy uszczelnić gazo, wodo i pyłoszczelnie, oraz zabezpieczyć przed gryzoniami i uszkodzeniami mechanicznymi.

Przejścia przez ściany i stropy należy wykonywać w postaci otworów wierconych. W otworach należy osadzić przepust wykonany z izolowanej rurki płaszczowej, rurki stalowej zakończonej z obu stron tulejkami lub rurki z twardego PCV.

Wszystkie przejścia obwodów instalacji elektrycznych przez ściany, stropy i itp. powinny być uszczelnione materiałami ognioochronnymi odbudowującymi wytrzymałość ogniową tych elementów.

Przepusty przez stropy i ściany o klasie odporności ogniowej większej lub równej EI60/REI60 wykonać i zabezpieczyć analogicznie do innych przewodów elektrycznych przechodzących przez tego typu przegrody.

Przepusty przez ściany i stropy oddzielenia ppoż. wykonać i zabezpieczyć zgodnie z klasą odporności ogniowej danej przegrody.

Podczas prowadzenia przewodów w poszczególnych pomieszczeniach należy zachować odległość min. 10 cm pomiędzy przewodami instalacji oświetlenia, gniazd wtykowych, kabli zasilających a instalacjami logicznymi.

Szczegóły lokalizacji prowadzenia tras kablowych należy uzgodnić bezpośrednio na budowie.

10. Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) projektuje się poprzez:

- izolowanie części czynnych urządzeń i przewodów,
- stosowanie osłon i obudów o odpowiednim stopniu ochrony IP.

Ochronę przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) projektuje się poprzez:

- zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania w czasie $\leq 2s$,
- urządzenia II klasy ochronności,
- połączenia wyrównawcze.

11. Wytyczne instalacyjno – budowlane

- 1) Wszystkie roboty budowlane wymagają szczególnej staranności. Wszystkie prace związane z mocowaniem konstrukcji modułów fotowoltaicznych należy bezwzględnie wykonywać pod kierunkiem i w obecności uprawnionego kierownika robót budowlanych posiadającego uprawnienia wykonawcze w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń. Roboty budowlane winny być wykonane zgodnie z projektem, wymaganiami Zamawiającego, „Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych”, przepisami „Prawa budowlanego”, Polskimi Normami, instrukcjami, kartami technicznych producentów wyrobów i systemowych technologii i zasadami sztuki budowlanej oraz z poszanowaniem zasad i przepisów bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (BIOZ).
- 2) Montaż urządzeń, rozruch i regulację instalacji powinny przeprowadzić osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje i certyfikaty uprawniające do montażu systemów fotowoltaicznych, wraz z potwierdzeniem wykonania robót zgodnie z przepisami i wytycznymi producenta.
- 3) Wszystkie prace i pomiary przy instalacjach elektrycznych powinny być wykonywane pod nadzorem kierownika robót elektrycznych posiadającego uprawnienia wykonawcze w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń.
- 4) Prace i pomiary przy instalacjach elektrycznych powinny wykonywać osoby posiadające wykształcenie elektryczne, oraz odpowiednie uprawnienia zdobyte w wybranych ośrodkach egzaminacyjnych – SEP E, SEP D (Stowarzyszenie Elektryków Polskich). Poza tym, osoba taka powinna także posiadać wiedzę z zakresu elektromechaniki i doświadczenie z zakresu instalacji elektrycznych.
- 5) Ze względu na przebieg napowietrznej linii elektroenergetycznej 110 kV w bezpośrednim sąsiedztwie budynku Starostwa, wszystkie roboty budowlane i montażowe należy prowadzić ze szczególną ostrożnością, zgodnie z obowiązującymi przepisami BHP oraz wymaganiami właściciela sieci elektroenergetycznej.

Wykonywanie robót w strefie oddziaływania linii 110 kV dopuszcza się wyłącznie przez pracowników posiadających aktualne świadectwa kwalifikacyjne w zakresie eksploatacji (E) urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych o napięciu powyżej 1 kV.

Nadzór nad prowadzeniem prac musi być sprawowany przez osoby posiadające świadectwa kwalifikacyjne w zakresie dozoru (D) urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych o napięciu powyżej 1 kV.

Prowadzenie robót w pobliżu czynnej linii elektroenergetycznej należy każdorazowo uzgodnić z jej właścicielem/operatorem. Prace można rozpocząć po wdrożeniu uzgodnionych procedur bezpieczeństwa i zapewnieniu minimalnych odległości określonych w obowiązujących przepisach i normach branżowych.

- 6) Roboty instalacyjne podczas wykonywania przedmiotu zamówienia muszą być przeprowadzone tak, aby w maksymalnym stopniu ograniczyć ich wpływ na konstrukcję obiektów. Ewentualna ingerencja w konstrukcję obiektu powinna być jak najmniejsza, przy czym powinna zapewnić trwałość, wytrzymałość i prawidłowe wykonanie przewidzianych instalacji. Należy zwrócić uwagę na zastosowanie odpowiednich materiałów wykończeniowych.
- 7) Prace związane z montażem konstrukcji wsporczej oraz układaniem tras kablowych należy prowadzić tak aby nie doszło do uszkodzenia przegród budowlanych skutkującego przeciekaniem wody lub przenikaniem wilgoci do wnętrza budynku.
- 8) W fazie wykonawczej należy z Inwestorem i Inspektorem Nadzoru branży elektrycznej uzgodnić typ i kolorystykę osprzętu instalacyjnego. Brak uzgodnienia jest podstawą do niedokonania czynności odbiorowych i możliwości zakończenia prac.
- 9) Wszelkie prace montażowe należy wykonać w sposób zapewniający odpowiednią estetykę wykonania.
- 10) Instalację i urządzenia należy mocować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta. Przewody należy prowadzić w rurach/korytach/kanałach ochronnych. Urządzenia należy rozmieszczać w pomieszczeniach zgodnie z wytycznymi producenta z zastosowaniem się do wymaganych odległości od przeszkód.
- 11) W przypadku powstałych w procesie instalacji zniszczeń lub uszkodzeń własności Inwestora, Wykonawca zobowiązuje się do ich naprawy i doprowadzenia do stanu pierwotnego oraz do natychmiastowego usunięcia wszelkich szkód i awarii spowodowanych przez Wykonawcę w trakcie realizacji prac montażowych i instalacyjnych.
- 12) **Wszystkie prace porządkowe należy wykonać tak, aby obiekt oraz teren wokół niego doprowadzić do stanu pierwotnego (zastanego przed rozpoczęciem prac) włącznie z odtworzeniem ewentualnie zniszczonych elementów zagospodarowania terenu.**

12. Uwagi końcowe

- 1) Na etapie realizacji robót dopuszcza się możliwość odstąpienia od montażu magazynu energii. Rezygnacja z montażu nie wpływa na poprawność działania instalacji fotowoltaicznej oraz nie spowoduje utraty ani ograniczenia gwarancji udzielonych na jej wykonanie.
- 2) Projekt należy rozpatrywać całościowo. Integralną częścią opracowania jest część rysunkowa (graficzna) wraz z uwagami, szczegółami i opisami umieszczonymi na poszczególnych rysunkach.
- 3) Wszystkie elementy ujęte w opisie technicznym, a nieujęte na rysunkach lub ujęte na rysunkach, a nieujęte w opisie, a także ujęte w projektach branżowych, specyfikacji lub jakiegokolwiek innej części dokumentacji powinny być traktowane tak, jakby były ujęte we wszystkich częściach dokumentacji.
- 4) Niniejszy projekt jest częścią dokumentacji wielobranżowej, należy rozpatrywać każdą branżę w części rysunkowej i tekstowej w powiązaniu do pozostałych branż i opracowań. W przypadku rozbieżności należy zwrócić się do projektanta o wyjaśnienie przed przystąpieniem do prac.

- 5) Wszelkie prace instalacyjne należy wykonać w porozumieniu i w ścisłej koordynacji z innymi branżami.
- 6) Instalacje wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych” tom V, Instalacje elektryczne.
- 7) Wszelkie konieczne do wprowadzenia na budowie zmiany w stosunku do treści projektu powinny być uzgodnione z projektantem.
- 8) W przypadku wystąpienia w projekcie rozbieżności materiałowych lub technologicznych należy zwrócić się do projektanta o ich rozstrzygnięcie.
- 9) W przypadku stwierdzenia warunków odmiennych od założonych w projekcie należy niezwłocznie powiadomić projektanta.
- 10) Zastosowane materiały winny być dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie (art. 10 Ustawy z 7 lipca 1994 r. prawo budowlane (Dz.U.2025.0.418 t.j.).
- 11) Materiały budowlane oraz elementy prefabrykowane winny odpowiadać atestom technicznym i odpowiadać ustaleniom odnośnych norm.
- 12) Rozwiązania szczegółowe nieujęte w niniejszym opracowaniu należy wykonać zgodnie z zasadami sztuki budowlanej.
- 13) Montaż urządzeń: należy przeprowadzić po zapoznaniu się z instrukcjami montażu dostarczonymi przez producenta lub dystrybutora.
- 14) Instalacje wykonać w ścisłej koordynacji z wystrojem wnętrz i robotami budowlanymi.
- 15) Przed przekazaniem robót do eksploatacji wykonać pomiary i testy elektryczne określone wymogami obowiązujących norm, wymaganych przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego.

W szczególności należy wykonać pomiary i testy określone w normie PN-EN 62446: 2016 oraz w wytycznych Zamawiającego.:

- sprawdzenie ciągłości obwodów instalacji elektrycznej,
 - sprawdzenie rezystancji izolacji poszczególnych obwodów,
 - sprawdzenie wartości rezystancji pętli zwarcia,
 - kontrola systemu DC i AC instalacji PV,
 - kontrola ochrony przeciwprzepięciowej,
 - kontrola ochrony przeciwporażeniowej,
 - test polaryzacji,
 - test ciągłości uziemienia ochronnego lub ekwipotencjalnych przewodów kompensacyjnych,
 - stan izolacji kabli zasilających,
 - pomiar rezystancji uziemienia,
 - pomiar natężenia oświetlenia w pomieszczeniach,
 - kontrola oznakowania i identyfikacji,
 - inne wymagane przepisami badania i pomiary
- 16) Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły, zgodne z wymaganiami Zamawiającego, stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętych projektem instalacji.
 - 17) Wszystkie prace i pomiary muszą zostać wykonane przez osoby posiadające odpowiednie przeszkolenie potwierdzone stosownymi uprawnieniami – SEP E, SEP D.
 - 18) Do odbioru dostarczyć protokoły badań, atesty i certyfikaty na aparaty i osprzęt oraz dokumentację powykonawczą.

- 19) W przypadku stosowania jakichkolwiek rozwiązań systemowych należy przy wycenie uwzględnić wszystkie elementy danego systemu, niezbędne do zrealizowania całości prac.
- 20) Niezależnie od stopnia dokładności i precyzji dokumentów otrzymanych od Inwestora definiującą usługę do wykonania, Wykonawca zobowiązany jest do uzyskania dobrego rezultatu końcowego. W związku z powyższym wykonane instalacje muszą zapewnić utrzymanie założonych parametrów.
- 21) Wszelkie obliczenia (bilanse, modele komputerowe) Wykonawca, po doborze urządzeń i koordynacji międzybranżowej jest zobowiązany wykonać i przedstawić Inwestorowi w dokumentacji powykonawczej. Specyfikacje i opisy uwzględniają standard minimalny dla materiałów i instalacji, niezbędny do właściwego funkcjonowania projektowanego obiektu. Wykonawca może zaproponować rozwiązania równoważne pod warunkiem zachowania minimalnego wymaganego standardu, po akceptacji przez Inwestora. Wszystkie elementy nieuwjęte w niniejszym opracowaniu (opisie, specyfikacji i rysunkach), a zdaniem Wykonawcy niezbędnego do prawidłowego działania instalacji muszą być zamontowane i dostarczone.
- 22) Przed przystąpieniem do prac montażowych Wykonawca zobowiązany jest wykonać pomiary kontrolne tras kablowych i zweryfikować długości kabli niezbędnych do wykonania instalacji.
- 23) W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się w trakcie montażu odstępstwo od przedstawionych w projekcie rozwiązań. Wymaga to jednak każdorazowo konsultacji projektanta i zgody Inwestora przed przystąpieniem do prac instalacyjnych. W przypadku zastosowania urządzeń i materiałów o odmiennych parametrach niż podane w projekcie wymaga się ponownej weryfikacji obliczeniowej potwierdzającej prawidłowy ich dobór.
- 24) W przypadku błędu, pomyłki lub wątpliwości interpretacyjnych w jakimkolwiek z elementów dokumentacji, Wykonawca powinien wyjaśnić sporne kwestie z projektantem, który jako jedyny jest upoważniony do wprowadzania zmian. Wszelkie niesygnalizowane niejasności będą interpretowane z korzyścią dla Inwestora.

13. Zestawienie podstawowych materiałów

Lp.	Pozycja	Ilość	J.m.
INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA			
1.	Moduł fotowoltaiczny o mocy 500 Wp	100	szt.
2.	Inwerter hybrydowy o mocy 50 kW	1	szt.
3.	System magazynowania energii o pojemności 75 kWh	1	kpl.
4.	Rozdzielnica modułowa natynkowa RDC IP65	6	szt.
5.	Rozdzielnica modułowa natynkowa RPV IP40	1	szt.
6.	Rozdzielnica modułowa natynkowa RI IP40	1	szt.
7.	Wyłącznik nadprądowy do prądu stałego DC 16 A 2P	6	szt.
8.	Wyłącznik nadprądowy B6 A, 1P	2	szt.
9.	Wyłącznik nadprądowy B6 A, 3P	1	szt.
10.	Wyłącznik nadprądowy B100 A, 3P	1	szt.
11.	Podstawa bezpiecznikowa 125 A, 3P	1	szt.
12.	Wkładka bezpiecznikowa gG125 A	3	szt.
13.	Ogranicznik przepięć typ T1+T2 DC, 1000V, 3P	6	szt.
14.	Ogranicznik przepięć typ T1+T2, 4P	1	szt.
15.	Wyłącznik ppoż. obwodów elektrycznych prądu stałego DC, 6 stringów	1	szt.
16.	Trójfazowy licznik na potrzeby magazynowania energii	1	szt.
17.	Przewód solarny H1Z2Z2-K 1x6mm ²	1124	m
18.	Przewód YKYżo 5x35 mm ²	25	m
19.	Przewód OMY 3x0,75 mm ²	53	m
20.	Przewód LgYżo 16mm ²	55	m
21.	Przewód RS485	48	m
22.	Dachowy przepust kablowy do dachów płaskich typu fajka ze zintegrowanym kołnierzem hydroizolacji	1	szt.
23.	Systemowa konstrukcja wsporcza na dach płaski w postaci trójkątów montażowych o kącie nachylenia 15° mocowanych poprzez klejenie	100	kpl.
24.	Metalowe koryto kablowe pełne perforowane szer. 50mm, wys. 50mm	152	m.b.
25.	Bezhalogenowy kanał/rurka elektroinstalacyjna	70	m.b.
26.	Gaśnica proszkowa GP4x ABC	1	szt.
27.	System detekcji dymu	1	kpl.
INSTALACJA ODGROMOWA			
1.	Drut odgromowy stalowy ocynkowany FeZn o średnicy 8 mm	350	m
2.	Maszt odgromowy o wysokości h=1 m na pojedynczej podstawie	1	szt.
3.	Maszt odgromowy o wysokości h=2 m na pojedynczej podstawie	13	szt.
4.	Złącze odgromowe skręcane	55	szt.
5.	Wspornik betonowy w tworzywie	390	szt.
6.	Rurka grubościenna (odgromowa) ϕ 18/28mm	15	m.b.

III. CZĘŚĆ GRAFICZNA