


PROJEKT WYKONAWCZY

„Rozbudowa instalacji fotowoltaicznej dla budynku wielorodzinnego przy ul. Szerokiej 19 w Katowicach”

OBIEKT:	Instalacja fotowoltaiczna
ADRES INWESTYCJI:	Wielorodzinny budynek mieszkalny ul. Szeroka 19 40 -233 Katowice dz. nr ewid. 143/1, 144/6, 151/1, 151/2, 151/3, 151/4, 151/5, 152/2, 152/3 obręb nr ewid. 0002, Dz. Bogucice Zawodzie (AR_44) jednostka ewid. 246901_1, m. Katowice
KATEGORIA OBIEKTU:	VIII
INWESTOR:	Katowickie Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. ul. Krasińskiego 14 40-019 Katowice

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	Skorut Systemy Solarne Sp. z o o. 32-400 Myślenice, ul. Wybickiego 71	
--------------------------	--	--

BRANŻA	PROJEKTANT	DATA	PODPIS
INSTALACJE ELEKTRYCZNE	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.	Kwiecień 2023 r.	

Kwiecień 2023 r.

Spis treści

I. OŚWIADCZENIA I UPRAWNIENIA PROJEKTANTA	4
II. OPIS TECHNICZNY	7
1. Przedmiot opracowania	8
2. Zakres i podstawa opracowania	8
3. Podstawy prawne oraz inne przepisy i dokumenty	8
4. Obszar oddziaływania inwestycji	9
5. Ocena wpływu na środowisko	9
6. Stan istniejący budynku	9
7. Opis projektowanej instalacji	10
8. Konstrukcja wsporcza modułów fotowoltaicznych	11
9. Dobór urządzeń	12
10. Umiejscowienie urządzeń	14
11. Przyłączenie instalacji PV do sieci elektroenergetycznej	15
12. Prowadzenie kabli po stronie DC	15
13. Prowadzenie kabli po stronie AC	16
14. Instalacja wyrównawcza instalacji fotowoltaicznej	17
15. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej	18
16. Ochrona przeciwprzepięciowa, przeciążeniowa i zwarciova instalacji fotowoltaicznej	18
17. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej	19
18. Dobór zabezpieczeń	19
19. Monitoring parametrów	20
20. Opomiarowane instalacji fotowoltaicznej na potrzeby obiektów	21
21. Planowane uzyski energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej	21
22. Charakterystyka zagrożenia pożarowego	21
22.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV	22
22.2. Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych	22
22.3. Informacja o klasie odporności pożarowej oraz odporności ogniowej i stopniu rozprzestrzeniania ognia przez elementy budowlane	22
22.4. Informacja o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących	23
22.5. Informacja o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób, uwzględniające liczbę i stan sprawności osób przebywających w obiekcie	23
22.6. Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru	23
22.7. Wyposażenie w gaśnice	23
22.8. Uwagi końcowe	24
23. Informacja o możliwym wpływie instalacji PV na urządzenia przeciwpożarowe i inne urządzenia służące bezpieczeństwu pożarowemu, dostosowanemu do wymagań wynikających z przepisów	

dotyczących ochrony przeciwpożarowej i przyjętych scenariuszy pożarowych, z podstawową charakterystyką tych urządzeń.....	24
23.1. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu.....	24
23.2. Przygotowanie obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych.....	24
23.3. Oznakowanie budynku	25
23.4. Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz drogi pożarowe.....	25
24. Oznakowanie elementów instalacji fotowoltaicznej.....	25
25. Wytyczne instalacyjno-budowlane.....	25
26. Uwagi końcowe	26
27. Zestawienie głównych materiałów i urządzeń	27
III. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA	28
IV. CZĘŚĆ GRAFICZNA	30
V. OPINIA TECHNICZNA.....	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.

I. OŚWIADCZENIA I UPRAWNIENIA PROJEKTANTA

OŚWIADCZENIE

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 r. nr 75 poz. 690 z późn. zm.), oraz zgodnie z Ustawą Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz. U. 2021 r. poz. 2351 z późn. zm.) oświadczam, że:

PROJEKT WYKONAWCZY

„Rozbudowa instalacji fotowoltaicznej dla budynku wielorodzinnego przy ul. Szerokiej 19 w Katowicach”

Adres inwestycji: Wielorodzinny budynek mieszkalny

ul. Szeroka 19, 40-233 Katowice

Dz. nr ewid.: 143/1, 144/6, 151/1, 151/2, 151/3, 151/4, 151/5, 152/2, 152/3

Obręb nr ewid.: 0002 Dz. Bogucice-Zawodzie (AR_44)

Jednostka ewid.: 246901_1, m. Katowice

Inwestor: Katowickie Towarzystwo Budownictwa Społecznego

ul. Krasińskiego 14

40-019 Katowice

sporządzony został zgodnie z obowiązującymi wymaganiami ustawy, ustaleniami określonymi w decyzjach administracyjnych dotyczących zamierzenia budowlanego, przepisami, oraz zasadami wiedzy technicznej oraz jest kompletny z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

Jakiegolwiek odstępstwa od rozwiązań przyjętych w dokumentacji projektowej dokonane bez zgody projektanta zwalniają go od wszelkiej odpowiedzialności za skutki wynikłe z dokonanej zmiany.

PROJEKTANT:

Projektant	mgr inż. Jerzy Halek
Specjalność uprawnień	b.o. w spec. instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektr. i elektroenerg.
Numer uprawnień	217/2002
Data	Kwiecień, 2023 r.
Podpis	



P O L S K A
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:
MAP-SMIM-3RR-F12 *

Pan Jerzy Halek o numerze ewidencyjnym MAP/IE/0236/03
adres zamieszkania ul. Pachonńskiego 18/176, 31-223 Kraków
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-03-01 do 2024-02-29.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-02-20 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.C.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.



WOJEWODA MAŁOPOLSKI

RR.XIII.7131/109702

Kraków, dnia 16 grudnia 2002 r.

DECYZJA O NADANIU UPRAWNIENIŃ BUDOWLANYCH

Nr ewid. 217/2002

Na podstawie art. 13 ust. 1 pkt 1 i 2, art. 14 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. -
Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. z 2000 r. Nr 106 poz. 1126 z późn. zm.), w związku
z art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. - Kodeks postępowania administracyjnego (tekst
jednolity Dz. U. z 2000 r. Nr 98 poz. 1071 z późn. zm.), po rozpatrzeniu wniosku Pana mgr
inż. Jerzego Halek - na podstawie dokumentów stwierdzających wymagane wykształcenie i
praktykę zawodową oraz na podstawie pozytywnej oceny z egzaminu na uprawnienia budow-
lane złożonego przed Komisją Egzaminacyjną,

nadaję

Panu mgr inż. Jerzemu HALEK
kierunek studiów: „elektrotechnika”
urodzonemu dnia 1 sierpnia 1971 r. w Dąbrowie Tarnowskiej

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych

Od decyzji niniejszej służy Panu prawo wniesienia odwołania do Głównego Inspektora
Nadzoru Budowlanego w Warszawie, ul. Krucza 38/42, za pośrednictwem Wojewody Mało-
polskiego w terminie 14 dni od daty otrzymania decyzji.



Otrzymała:

1. Pan mgr inż. Jerzy Halek, ul. Józefa 4/23, 30-505 Kraków
2. Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, ul. Krucza 38/42, 00-926 Warszawa
3. 22

31-156 Kraków, ul. Białostocka 22

II. OPIS TECHNICZNY

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy rozbudowy sieciowej instalacji fotowoltaicznej (PV) zlokalizowanej na dachu wielorodzinnego budynku mieszkalnego przy ul. Szerokiej 19 w Katowicach. Instalacja systemu fotowoltaicznego obejmuje montaż układu modułów fotowoltaicznych na konstrukcji dachu wraz z infrastrukturą towarzyszącą. Wyprodukowana energia elektryczna będzie wykorzystywana na potrzeby części wspólnych przedmiotowego obiektu. Moc istniejącej instalacji fotowoltaicznej wynosi 9,855 kW.

2. Zakres i podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje:

- opis projektowanej instalacji PV 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.

Podstawę opracowania stanowią:

- ustalenia i uzgodnienia z Inwestorem,
- opracowania i inwentaryzacje znajdujące się w posiadaniu Inwestora,
- wizja lokalna,
- wytyczne projektowania wykonywanych instalacji,
- normy i przepisy obowiązujące w kraju.

3. Podstawy prawne oraz inne przepisy i dokumenty

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2021 r. poz. 2351 ze zm.);
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. 2022 r. poz. 1385);
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o Odnawialnych Źródłach Energii (Dz. U. 2022 r. poz. 1378);
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2019 r. poz. 1372 ze zm.);
- 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-HD 60364-5-52: 2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych — Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego — Oprzewodowanie;
- Norma PN-HD 60364-4-41: 2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4 – 41. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym;
- Norma PN-HD 60364 – 5 –54: 2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5 – 54. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych;

- PN-HD 60364-5-534: 2016-04 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-534: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie;
- PN-EN 62305-2: 2012 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenie fizyczne obiektów i zagrożenie życia;
- N-SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”

4. Obszar oddziaływania inwestycji

W związku z wymogiem określenia obszaru oddziaływania obiektu 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.

Obiekty nie znajdują się w gminnej ewidencji zabytków oraz nie są wpisane do rejestru zabytków. Teren inwestycji zakwalifikowano do II kategorii szkód górniczych. Projektowane obiekty i instalacje nie będą rodziły zagrożeń dla środowiska oraz higieny i zdrowia użytkowników.

5. Ocena wpływu na środowisko

Przedmiotowa instalacja 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.

Instalacja i eksploatacja modułów fotowoltaicznych nie będzie powodowała przekroczeń dopuszczalnych standardów środowiska (praca instalacji jest bezgłówna, bezwiburacyjna, nie generuje żadnych skutków ubocznych) oraz nie będzie negatywnie oddziaływać na występującą w sąsiedztwie przedsięwzięcia zabudowę mieszkalną. Szata roślinna w wyniku prowadzenia prac budowlanych a także eksploatacji na przedmiotowych działkach pozostanie nienaruszona.

6. Stan istniejący budynku

Budynek, na którym przewidziana jest rozbudowa istniejącej instalacji fotowoltaicznej został wybudowany w 2020 r. na obszarze zabudowy wielorodzinnej, na terenie miejskim w dzielnicy Zawodzie odznaczającym się głównie niską zabudową. Obiekt składa się z dwóch segmentów w formie prostopadłościanu wykonanych z konstrukcji żelbetowej. Jest to budynek dwuklatkowy o pięciu kondygnacjach nadziemnych oraz jednej kondygnacji podziemnej z garażem wielostanowiskowym.

Dach przeznaczony pod zabudowę modułami PV został wykonany z płyt typu filigran 5 cm + 17 cm nadbetonu (łącznie grubość stropu 22 cm), jego pokrycie stanowi membrana dachowa. Strop nad najwyższą kondygnacją jest ocieplony warstwą styropianu.

Obecnie budynek posiada już instalację fotowoltaiczną o mocy 9,855 kW składającą się z 27 sztuk monokrystalicznych modułów PV Canadian Solar typu CS3L-365MS posadowionych na dachu, na balastowej konstrukcji wsporczej. Instalacja podłączona jest do inwertera Solar Edge o mocy 10 kW zlokalizowanego w garażu na poziomie piwnicy. Przewody DC z dachu poprowadzone zostały dedykowanym kanałem elektroinstalacyjnym.

Budynek posiada zasilanie przez sieć niskiego napięcia.

Obiekt wyposażony jest w wyłącznik ppoż. Miejszem przyłączenia projektowanej instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej przedmiotowego obiektu będzie istniejąca rozdzielnica główna (RG) zlokalizowana na klatce schodowej na parterze

Obiekt posiada więcej niż jeden układ pomiarowy zakładu energetycznego.

Projekt nie ingeruje w istniejący układ zasilania i opomiarowania obiektu.

7. Opis projektowanej instalacji

Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie współpracowała z siecią elektroenergetyczną w systemie on-grid. Specyfikacja działania sieciowego systemu PV 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 części wspólnych przedmiotowego obiektu. Całkowita moc zainstalowana po rozbudowie instalacji PV nie będzie przekraczać mocy przyłączeniowej budynku.

Po wybudowaniu źródła wytwórczego Wykonawca przed jego uruchomieniem dokona aktualizacji zgłoszenia instalacji PV do lokalnego OSD.

Projektuje się instalację fotowoltaiczną, jako mikroinstalację PV w rozumieniu Ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2021 r. poz. 610, 1093, 1873, 2376, z 2022 r. poz. 467.), 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. Mikroinstalacja PV jest zwolniona również z obowiązku uzyskania pozwolenia na budowę.

Projektuje się wykonanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 17,63 kWp złożonej 43 sztuk monokrystalicznych modułów PV zlokalizowanych na dachu przedmiotowego obiektu. Po rozbudowie łączna moc instalacji fotowoltaicznej produkującej energię elektryczną na potrzeby budynku będzie wynosić 27,485 kWp.

W skład projektowanego układu będą wchodziły następujące urządzenia elektryczne:

- 43 sztuki modułów fotowoltaicznych o mocy 410 Wp każdy,
- 43 sztuki optymalizatorów mocy,
- inwerter o mocy 17 kW,
- skrzynki przyłączeniowe z zabezpieczeniami po stronie prądu stałego DC - RPV,
- skrzynka przyłączeniowa z zabezpieczeniami po stronie prądu zmiennego AC - RI.

Dla potrzeb ww. urządzeń wykonane zostaną:

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

Urządzenia instalacji fotowoltaicznej przyłączone zostaną do sieci elektroenergetycznej obiektu w istniejącej rozdzielnicy budynkowej.

Moduły fotowoltaiczne należy mocować zgodnie z Rys. E01 w układzie pionowym na wolnostojącej, balastowej konstrukcji wsporczej nachylonej pod kątem 15° względem poziomu i zorientowanej w kierunku południowym. Przy montażu należy zwrócić uwagę na istniejące wystające elementy na dachu i w miarę możliwości odsunąć od nich moduły w celu uniknięcia zacinienia.

Instalacja fotowoltaiczna zostanie podłączona do inwertera zlokalizowanego wewnątrz budynku (garaż w piwnicy).

Z uwagi na istnienie instalacji odgromowej w obwodach DC zastosowane zostaną zabezpieczenia przeciwprzepięciowe. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznych zapewniona zostanie poprzez zastosowanie optymalizatorów mocy z funkcją SafeDC gwarantującą wysoki poziom bezpieczeństwa. 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.

8. Konstrukcja wsporcza modułów fotowoltaicznych

Projektowana instalacja fotowoltaiczna zostanie zamontowana na dachu budynku za pomocą systemowej, wolnostojącej konstrukcji balastowej do zastosowań na dachach płaskich. Konstrukcja składa się z aluminiowych trójkątów, szyn montażowych oraz śrub ze stali nierdzewnej stanowiących autonomiczny, nierozierwalny element przeznaczony do obciążenia balastem w postaci bloczków betonowych. Pod częścią konstrukcji stykającą się z pokryciem dachowym należy zastosować dodatkową warstwę membrany.

Moduły fotowoltaiczne będą montowane w jednym rzędzie pionowo.

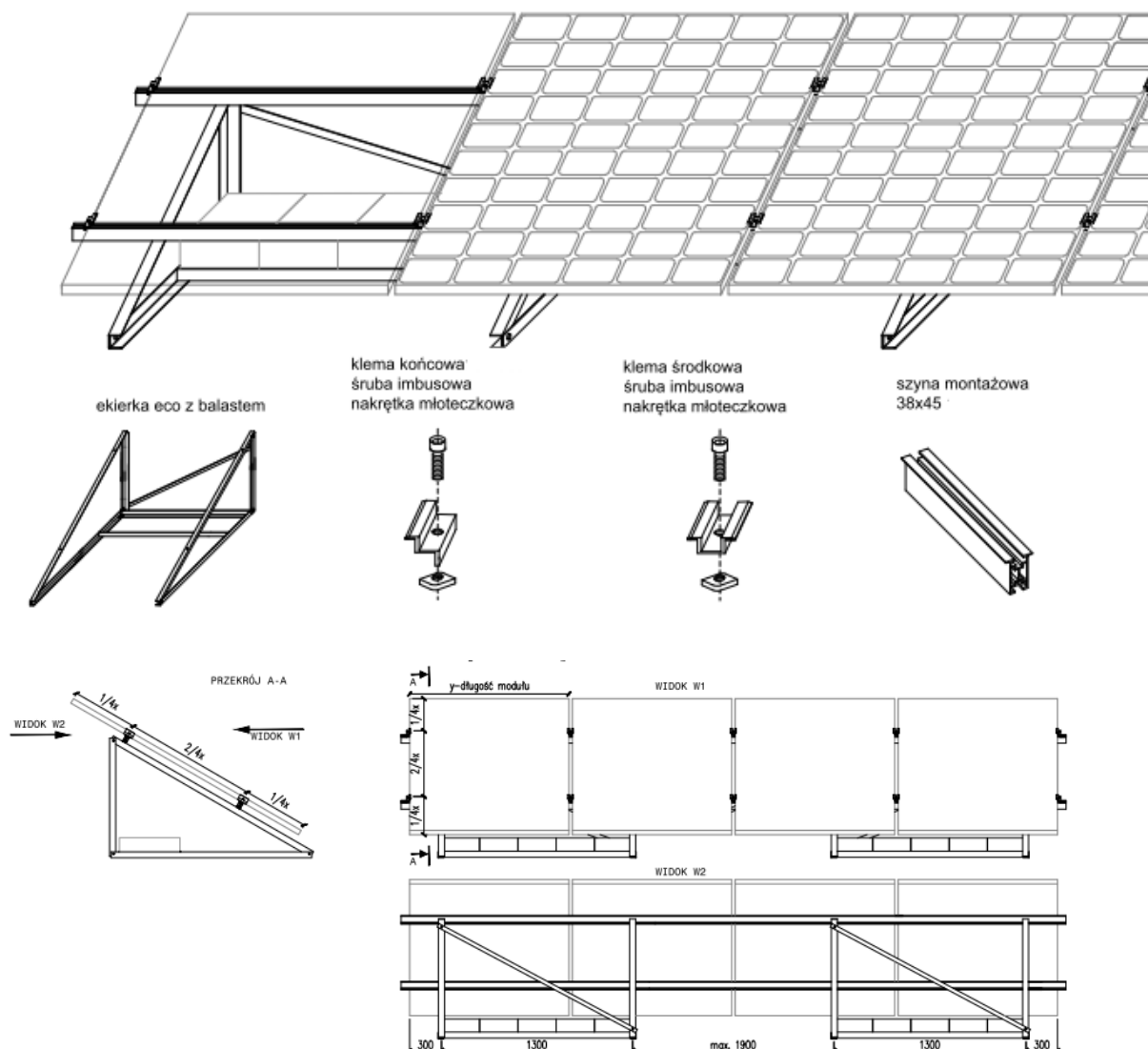
Montaż konstrukcji rozpoczyna się od ustawienia w przeznaczonym miejscu elementów wsporczych w zależności od wymiarów posiadanych modułów PV, na których należy ułożyć balast w postaci bloczków betonowych. Następnie za pomocą dedykowanych zacisków – końcowego i środkowego przykręcanych do konstrukcji śrubami imbusowymi należy zamocować moduły fotowoltaiczne.

Montaż konstrukcji przeprowadzić zgodnie z zaleceniami producenta.

Podczas montażu konstrukcji balastowej należy zachować odpowiedni odstęp od krawędzi dachu gwarantujący brak możliwości uszkodzenia instalacji przez wiatr (min. 80 cm). W miejscu montażu konstrukcji wsporczej należy ułożyć dodatkową warstwę membrany.

System montażowy powinien zapewnić stabilność mocowania oraz odporność na obciążenia śniegiem i wiatrem.

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



Rys. 1 Systemowa konstrukcja balastowa na dach płaski

9. Dobór urządzeń

- 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 modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych Canadian Solar typ CS6R-410MS o mocy znamionowej 410 Wp każdy.

Parametry projektowanych modułów PV (w warunkach STC*):

NAZWA PARAMETRU	WARTOŚĆ
Typ ogniwa	KRZEMOWE – MONOKRYSTALICZNE
Moc maksymalna P_{max}	410 Wp
Napięcie przy mocy maksymalnej V_{mp}	31,2 V

Prąd przy mocy maksymalnej I_{mp}	13,15 A
Napięcie jałowe V_{oc}	37,2 V
Prąd zwarcia I_{sc}	14,01 A
Sprawność [%]	21%
Tolerancja mocy [%]	0~ +10 Wp
Współczynnik Temperaturowy I_{sc}	0,05 %/°C
Współczynnik Temperaturowy V_{oc}	-0,26%/°C
Współczynnik Temperaturowy P_{max}	-0,34 %/°C
Wytrzymałość na obciążenia mechaniczne	5 400 Pa
Wytrzymałość na parcie wiatru	Do 3 600 Pa
Temperatura pracy	-40°C do +85°C
Gwarancja na produkt	25 lat
Gwarancja mocy	25 lat
Wymagane normy (lub równoważne)	- IEC 61730-1 - IEC 61730-2 - IEC 61215
II klasa ochrony wg. PN-EN IEC 61730-1:2018-06	

*Standardowe warunki testowe (STC) natężenie promieniowania 100W/m, spektrum AM 1.5, temperatura ogniwa 25 °C.

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

- Inwerter sieciowy

Urządzeniem odpowiedzialnym za współpracę z generatorami będzie beztransformatorowy inwerter trójfazowy służący do konwersji prądu stałego wytworzonego w generatorach 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 urządzenie posiada wbudowaną funkcję monitorowania na poziomie modułu z komunikacją przez sieć Ethernet, bezprzewodową lub komórkową w celu zapewnienia pełnej widoczności systemu oraz podglądu ilości energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną. Dla przedmiotowej instalacji PV projektuje się inwerter o mocy znamionowej 17 kW .

Parametry projektowanego inwertera:

NAZWA PARAMETRU	WARTOŚĆ
Typ	Beztransformatorowy
WEJŚCIE	
Moc maksymalna DC	22 950 W

Maksymalne napięcie prądu stałego	1000 V
Maksymalny prąd wejściowy	23 A
WYJŚCIE	
Moc znamionowa	17 000 VA
Moc maksymalna	17 000 VA
Maksymalny ciągły prąd wyjściowy	26 A
Maksymalna sprawność	98%
Ważona sprawność europejska	97,7%
POZOSTAŁE WŁAŚCIWOŚCI	
Ochrona przed odwróconą polaryzacją	
Zabezpieczenie przed pracą wyspową	
Detekcja zwarć doziemnych	
Ochrona przed łukiem elektrycznym	
Złącza w standardzie MC4	
Menu w języku polskim	
Gwarancja na produkt	12-20 lat
Stopień ochrony	IP65
Sposób chłodzenia	Konwekcja wymuszona wewnętrznie
Komunikacja	WiFi, RS485, Ethernet

- Optymalizatory mocy

Urządzeniami odpowiedzialnymi za optymalizację pracy instalacji fotowoltaicznej będą optymalizatory mocy zaprojektowane do pracy z projektowanym inwerterem. Projektuje się jeden optymalizator na każdy moduł fotowoltaiczny. Optymalizatory posiadają funkcję śledzenia punktu mocy maksymalnej (MPPT). Rozwiązanie to pozwala na optymalizację mocy na poziomie modułu PV, pozyskiwanie danych w czasie rzeczywistym oraz monitoring poszczególnych modułów. Dodatkowo każdy optymalizator jest wyposażony w funkcje bezpieczeństwa SafeDC w celu automatycznego obniżenia napięcia DC modułów do bezpiecznego poziomu w przypadku wyłączenia inwertera lub odcięcia zasilania z sieci.

10. Umieszczenie urządzeń

Rozdzielnice główne RG, które stanowią będą miejsce wpięcia instalacji fotowoltaicznych do wewnętrznej sieci budynku znajduje się na klatce schodowej na parterze.

Rozdzielnicę RPV2.1 z dodatkowymi ogranicznikami przepięć DC należy zamontować na dachu w pobliżu generatorów PV. Inwerter wraz z rozdzielnicami DC-RPV2.2 oraz AC- RI2 zostanie zamontowany w piwnicy na ścianie wewnętrznej garażu obok istniejącego inwertera.

Wszystkie urządzenia instalacji PV należy montować w miejscu niedostępnym dla osób niepowołanych, na stabilnym, niepalnym podłożu.

Podczas montażu urządzeń instalacji PV należy zachować przewidziane przez producenta odstępstwa od innych przedmiotów i urządzeń celem zapewnienia odpowiedniego odprowadzania ciepła oraz z dala od łatwopalnych i podatnych na korozję elementów wykończenia i wyposażenia wnętrza.

11. Przyłączenie instalacji PV do sieci elektroenergetycznej

W celu połączenia projektowanej instalacji fotowoltaicznej z siecią elektroenergetyczną należy wyprowadzić kabel z instalacji elektrycznej obiektu i doprowadzić do projektowanego inwertera.

Miejscami przyłączenia instalacji PV do sieci wewnętrznej budynków będą rozdzielnice główne wbudowane w ścianę wewnętrzną w korytarzu w piwnicy. Moc z instalacji fotowoltaicznej zostanie odprowadzona do wewnętrznej instalacji zasilającej obiekt w energię elektryczną za pomocą kabla typu OWY 5x6 mm². System fotowoltaiczny zostanie podłączony do sieci dystrybucji energii elektrycznej niskiego napięcia trójfazowego prądu przemiennego o napięciu 400 V, której Operatorem jest Tauron Dystrybucja S. A.

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

12. 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 rzędami modułów oraz skrajnymi końcami łańcuchów (stringów), a odpowiednim inwerterem zostanie zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych o przekroju żył roboczych 6 mm² o napięciu znamionowym 1,5kV (DC). Ze względu na to, że łańcuchy nie będą łączone równolegle, lecz wprowadzone zostaną bezpośrednio na wejście DC inwertera ich obciążalność prądowa jest wystarczająca. Wszystkie połączenia po stronie prądu stałego będą realizowane z wykorzystaniem przeznaczonych do tego celu konektorów w standardzie MC4. Pracując ze złączkami należy używać wskazanych przez producenta narzędzi odpowiednich do prawidłowego montażu. Przy dokręcaniu śrub w aparatach elektrycznych lub klemach modułów fotowoltaicznych należy stosować odpowiednie momenty, wskazane przez producenta. Do określania siły, z jaką dokręcono dany element należy zastosować wkrętaki i klucze dynamometryczne. Wszystkie błędy związane z niewłaściwym momentem dokręcenia mogą przełożyć się na nadmierne nagrzewanie się połączeń, co może skutkować pożarem.

Moduły będą łączone szeregowo. Na dachach przewody należy układać w metalowych korytach kablowych z pokrywą. Z dachu przewody prowadzić do koryt kablowych wewnątrz budynku. 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. Wszystkie miejsca przekłuć przez przegrody budowlane, po wprowadzeniu instalacji uszczelnić gazo, wodo i pyłoszczelnie, oraz zabezpieczyć przed gryzoniami i uszkodzeniami mechanicznymi. Przepusty instalacyjne przez ściany oddzielenia przeciwpożarowego należy zabezpieczyć w tej samej klasie odporności ogniowej co przegroda.

Przewody solarne z dachu budynku należy wprowadzić dedykowanym kanałem elektroinstalacyjnym. Okablowanie DC prowadzić możliwie najkrótszymi trasami, bezkolizyjnie z innymi instalacjami i urządzeniami. Trasa powinna być przejrzysta, prosta i dostępna dla prawidłowej konserwacji oraz remontów. Przewody z dachu należy prowadzić po elewacji południowej pionowo w dół i na poziomie piwnicy przebiegiem przez ścianę zewnętrzną do budynku.

Trasy kablowe przewodów DC oznakować poprzez umieszczenie na nich następującej informacji: „NIEBEZPIECZEŃSTWO. WYSOKIE NAPIĘCIE DC, W CIĄGU DNIA OBECNE PO WYŁĄCZENIU INSTALACJI”.

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. Przewody solarne należy zamocować do konstrukcji opaskami zaciskowymi odpornymi na promieniowanie UV w sposób uniemożliwiający kontakt z powierzchnią pod panelami.

13. Prowadzenie kabli po stronie AC

Inwerter zostanie połączony z rozdzielnicą budynkową RG stanowiącą punkt wpięcia instalacji PV do sieci wewnętrznej. Kabel energetyczny typu OWY 5x6 mm² z wyjścia z inwertera połączony zostanie z aparatami zabezpieczającymi wbudowanymi w rozdzielnicę RI. Dalej przewód należy doprowadzić do rozdzielnicz głównej gdzie zostanie wpięty dostarczając wytworzoną energię na obwody odbiorcze w istniejącej instalacji wewnętrznej przedmiotowego obiektu.

Obwód instalacji fotowoltaicznej zostanie zabezpieczony w rozdzielnicz głównej rozłącznikiem bezpiecznikowym z wkładką zabezpieczającą o wartości 32A.

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 przewody prowadzić w istniejących korytach kablowych. Wszystkie miejsca przekłuć przez przegrody budowlane, po wprowadzeniu instalacji uszczelnić gazo, wodo i pyłoszczelnie, oraz zabezpieczyć przed gryzoniami i uszkodzeniami mechanicznymi. Przepusty instalacyjne przez ściany oddzielenia przeciwpożarowego należy zabezpieczyć w tej samej klasie odporności ogniowej co przegroda.

Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter 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 dobranego 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 0,9

$$I_B = \frac{17000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 27,26 \text{ A}$$

Dobrano przewód typu OWY 5x6 mm² o obciążalności prądowej 36 [A].

$$36 A > 27,26 A - \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter z rozdzielnicą RI ze względu na straty napięcia

Obliczenia dla dobranego przewodu typu OWY 5x6 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]

$$\text{straty napięcia} = \frac{17630 \cdot 1 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 6} = 0,03\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI z rozdzielnicą główną RG ze względu na obciążalność prądową długotrwałą

$$I_B = \frac{17000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 27,26 A$$

Dobrano przewód typu OWY 5x6 mm² o obciążalności prądowej 36 [A].

$$36 A > 27,26 A - \text{warunek spełniony}$$

Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI z rozdzielnicą główną RG ze względu na straty napięcia

Obliczenia dla dobranego przewodu typu OWY 5x6 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]

$$\text{straty napięcia} = \frac{17630 \cdot 20 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 6} = 0,67\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

14. Instalacja wyrównawcza instalacji fotowoltaicznej

Metalowe ramy modułów PV oraz konstrukcja wsporcza zostaną objęte połączeniem wyrównawczym. Przewód ochronny o przekroju 16 mm² należy przyłączyć do istniejącej szyny wyrównawczej lub do innych istniejących przewodów wyrównawczych. Rezystancja uziemienia powinna wynosić $R \leq 10\Omega$.

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

15. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej

Przedmiotowy budynek objęty jest ochroną odgromową. Rozstaw modułów nie koliduje z ułożeniem zwodów poziomych na dachu.

Właściwe funkcjonowanie oraz bezpieczeństwo instalacji PV zapewnione będzie poprzez uziemienie modułów i systemu mocowania oraz zastosowanie ochrony przeciwprzebieciowej. Każdą z instalacji 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. Uziemienie zostanie wykonane za pomocą przewodu LgYżo 16 mm².

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

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

Podczas montażu modułów fotowoltaicznych należy zachować odstęp izolacyjny od elementów LPS wynoszący minimum 0,5 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.

16. Ochrona przeciwprzebieciowa, przeciążeniowa i zwarciorowa instalacji fotowoltaicznej

Ochronę przed przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi stanowić będzie uniwersalny, modułowy ogranicznik przepięć typu T1+T2 dla ochrony instalacji PV (po stronie DC) zainstalowany na każdym stringu w rozdzielnicach RPV. Ze względu na znaczną odległość między generatorem fotowoltaicznym a inwerterami (> 10 m) zaprojektowano podwójny układ zabezpieczeń dla każdego łańcucha modułów PV – bezpośrednio przy modułach PV oraz na wejściu inwertera. Ponadto instalacja zostanie zabezpieczona nadprądowo za pomocą rozłącznika bezpiecznikowego z wkładkami dedykowanymi do prądu stałego DC gPV 20A.

Projektuje się rozdzielnice z zabezpieczeniami po stronie prądu stałego DC:

- rozdzielnica RPV2.1: natynkowa rozdzielnica modułowa 1x8 IP65,
- rozdzielnica RPV2.2: natynkowa rozdzielnica modułowa 1x12 IP65.

Po stronie AC inwerter zostanie zabezpieczony wyłącznikiem nadprądowym o charakterystyce czasowo-prądowej typu „C” i wartości 32A oraz ochronnikiem przepięciowym typu T1+T2. Zabezpieczenia inwertera zainstalowane zostaną w rozdzielnicy RI2. Projektuje się:

- rozdzielnicę RI2: natynkowa rozdzielnica modułowa 1x12 IP65 .

Ponadto istniejącą rozdzielnicę budynkową należy rozbudować o dodatkowy aparat łączeniowy (rozłącznik bezpiecznikowy z zabezpieczeniem gG 32A) stanowiący zabezpieczenie kabla odpływowego do sieci wewnętrznej na odcinku między rozdzielnicą RI a punktem wpięcia.

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

17. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej

Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznych zostanie zapewniona poprzez zastosowanie optymalizatorów mocy z funkcją gwarantującą wysoki poziom bezpieczeństwa dzięki automatycznemu obniżeniu wartości napięcia w optymalizatorach oraz w przewodach prądu stałego do bezpiecznego poziomu w momencie wyłączenia inwertera lub gdy utraci on zasilanie prądem przemiennym. Zadziałanie funkcji powoduje, że w instalacji na dachu utrzymywane jest niskie napięcie nie stanowiące zagrożenia dla osób przebywających w pobliżu.

Ponadto obiekt objęty niniejszym opracowaniem wyposażony jest w odpowiednio oznakowany wyłącznik ppoż. Funkcją wyłącznika jest odcięcie dopływu prądu do wszystkich obwodów z wyjątkiem obwodów zasilających instalację i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru. Jego zadziałanie będzie skutkowało desynchronizacją inwerterów PV z siecią elektroenergetyczną, rozłączeniem obwodów DC, a następnie wyłączeniem urządzeń. W tym stanie nie ma możliwości zasilania obwodów ze strony generatora PV.

Dodatkowo zastosowany inwerter powinien być wyposażony w system wykrywania i gaszenia łuków elektrycznych, a także pomiar rezystancji izolacji oraz zabezpieczenie przed pracą wyspową. Inwerter zostanie zamontowany na podłożu niepalnym, w przewidzianej przez producenta odległości 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). Piktogramy z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku zostaną umieszczone w miejscu przyłączenia instalacji PV, przy liczniku oraz przy głównym wyłączniku zasilania. Okablowanie DC należy oznakować tablicą bezpieczeństwa informującą o obecności napięcia do 1kV.

18. Dobór zabezpieczeń

Zabezpieczenia po stronie DC

Dobór prądu znamionowego bezpiecznika:

$$I_n \geq \frac{I_{SC\ STC}}{K} \cdot 1,375 [A]$$

gdzie:

I_n – prąd znamionowy bezpiecznika, [A]

$I_{SC\ STC}$ – prąd zwarcia łańcucha modułów, [A]

K – współczynnik korygujący w zależności od temperatury, dla temperatury 20°C=1

Dobrano bezpieczniki o charakterystyce gPV 20A

$$I_n \geq \frac{14,01}{1} \cdot 1,375 = 19,26 [A]$$

$20[A] \geq 19,26[A]$ – warunek spełniony

Zabezpieczenia po stronie AC

Obciążenie znamionowe inwertera 17 kW

Moc znamionowa falownika: 17 [kW]

Napięcie zasilania: 0,4 [kV]

Prąd obciążenia: 27,26 [A]

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

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

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

gdzie:

I_B – maksymalny prąd wyjściowy po stronie AC inwertera, [A]

I_Z – długotrwała obciążalność prądowa przewodu, [A]

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

I_Z – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

Inwerter 17 kW – rozdzielnica RI: przewód OWY 5x6mm²

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowo prądowy B32A.

$$I_B(17 \text{ kW}) = 27,26 \text{ [A]}$$

$$I_N = 32 \text{ [A]}$$

$$I_Z = 36 \text{ [A]}$$

$$I_Z = 1,45 \times 32 \text{ [A]} = 46,4 \text{ [A]}$$

$$1,45 \times I_Z = 1,45 \times 36 \text{ [A]} = 52,2 \text{ [A]}$$

$$27,26 \text{ [A]} \leq 32 \text{ [A]} \leq 36 \text{ [A]} \text{ – warunek [1] spełniony}$$

$$46,4 \text{ [A]} \leq 52,2 \text{ [A]} \text{ – warunek [2] spełniony}$$

Rozdzielnica RI – rozdzielnica budynkowa : przewód OWY 5x6mm²

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowo prądowy B32A.

$$I_B = 27,26 \text{ [A]}$$

$$I_N = 32 \text{ [A]}$$

$$I_Z = 36 \text{ [A]}$$

$$I_Z = 1,6 \times 32 \text{ [A]} = 51,2 \text{ [A]}$$

$$1,6 \times I_Z = 1,6 \times 36 \text{ [A]} = 57,6 \text{ [A]}$$

$$27,26 \text{ [A]} \leq 32 \text{ [A]} \leq 36 \text{ [A]} \text{ – warunek [1] spełniony}$$

$$51,2 \text{ [A]} \leq 57,6 \text{ [A]} \text{ – warunek [2] spełniony}$$

19. Monitoring parametrów

Monitoring instalacji fotowoltaicznych zostanie zrealizowany poprzez sieć Internet. Zastosowany inwerter posiada zintegrowany moduł komunikacyjny, dzięki któremu poprzez dedykowane oprogramowanie wykorzystujące technologię informacyjno-komunikacyjną użytkownik,

jak również instalator mają zdalny dostęp do bieżących i archiwalnych parametrów pracy instalacji PV. Dodatkowo projektuje się licznik energii, który zapewni wysoką dokładność wskazań przy monitorowaniu produkcji/zużycia energii oraz posiada funkcję ograniczenia jej eksportu. Licznik energii wraz z przekładnikami prądowymi należy zamontować w istniejącej rozdzielnicy głównej (RG) zlokalizowanej na klatce schodowej na parterze budynku.

Zespół urządzeń pomiarowo-komunikacyjnych powinien zapewnić monitoring podstawowych parametrów pracy instalacji takich jak: moc chwilowa, energia elektryczna wyprodukowana przez instalację PV, energia oddana oraz pobrana z sieci (bilans energii elektrycznej w PPE). Komunikację między urządzeniami należy zrealizować za pomocą portu szeregowego RS485.

Zastosowane urządzenia monitoringu winny mieć możliwość pełnej integracji oraz współpracy z istniejącym na obiektach Inwestora systemem monitoringu Solar Edge.

20. Opomiarowane instalacji fotowoltaicznej na potrzeby obiektów

Na potrzeby bieżącej obsługi i rozliczeń projektuje się podliczniki energii wyprodukowanej przez instalacje fotowoltaiczne. Liczniki należy zamontować w istniejącej rozdzielnicy głównej (RG) zlokalizowanej na parterze budynku. Każdy z liczników winien być opatrzony indywidualnym numerem celem identyfikacji.

21. Planowane uzyski energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej

- a) całkowita moc zainstalowana: 27,485 kWp
- b) jednostkowy uzysk roczny: 954 kWh/kWp
- c) roczna produkcja energii elektrycznej: 26 220 kWh

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

22. Charakterystyka zagrożenia pożarowego

Celem rozdziału opracowania jest wskazanie warunków ochrony przeciwpożarowej dla instalacji fotowoltaicznej. Zakres opracowania obejmuje wybrane elementy istotne w kontekście projektowanej instalacji.

Z uwagi na projektowaną moc instalacji wynoszącą 27,485 kWp niniejszy projekt wymaga obowiązkowemu uzgodnieniu pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej z uwagi na Art. 29 ust. 2.6 pkt. 16. (Dz. U. 2019 poz. 1186 z późn. zm.).

Akty prawne i normy stanowiące podstawę opracowania:

- 1) Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2016 r., poz. 191 tekst jednolity);
- 2) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U 2022 r. poz. 1225);
- 3) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 września 2021 roku w sprawie uzgadniania projektu zagospodarowania działki lub terenu, projektu architektoniczno-budowlanego, projektu technicznego oraz projektu urządzenia przeciwpożarowego pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2021 r., poz. 1722);

- 4) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 r. nr 109, poz. 719 z późn. zm.);
- 5) Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz. U. z 2021 r. poz. 2351);
- 6) PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7 –712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji–Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;
- 7) PN-EN IEC 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) –Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji;
- 8) PN-EN IEC 61730-2:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) –Część 2: Wymagania dotyczące badań;
- 9) PN-EN 62446-1:2016-08 oraz PN-EN 62446-1:2016-08/A1:2019-01 Systemy fotowoltaiczne (PV)– Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania – Część 1: Systemy podłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory i nadzór.

22.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV

Obiekt na dachu, którego projektowana jest instalacja fotowoltaiczna, to wielorodzinny budynek mieszkalny. Zgodnie z danymi opublikowanymi przez BRE National Solar Centre, niezależny instytut badawczy z Wielkiej Brytanii w publikacji „Fire and Solar PV Systems – Investigations and Evidence in July 2017” - prawidłowo zaprojektowana oraz eksploatowana instalacja nie stwarza zwiększonego ryzyka powstania pożaru w budynku. Podobne wnioski płyną również z innych raportów opublikowanych m.in. przez TÜV Rheinland we współpracy z Instytutem Systemów Energetyki Słonecznej im. Fraunhofera gdzie wskazuje się, że pożary wywołane przez system PV stanowią zaledwie 0,016% w odniesieniu do wszystkich instalacji fotowoltaicznych powstałych w Niemczech. Charakterystyka zagrożenia pożarowego wynika przede wszystkim z możliwości powstania łuku elektrycznego, do którego może dojść w wyniku uszkodzenia izolacji okablowania solarne. Zatem w niniejszym projekcie stwierdza się, że projektowana instalacja fotowoltaiczna nie stwarza dodatkowego zagrożenia pożarowego dla przedmiotowego budynku.

22.2. Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych

Przyjęta funkcja budynku nie przewiduje występowania substancji mogących powodować występowanie stref zagrożenia wybuchem – w tym również na dachu tj. brak zlokalizowanych kanałów wentylacji bezpieczeństwa pracującej w strefach lub pomieszczeniach zagrożonych wybuchem.

Dla przedmiotowego budynku nie przyjmuje się dodatkowych obostrzeń z uwagi na lokalizację komponentów instalacji fotowoltaicznej.

22.3. Informacja o klasie odporności pożarowej oraz odporności ogniowej i stopniu rozprzestrzeniania ognia przez elementy budowlane

Dla instalacji fotowoltaicznej nie określa się klasy odporności pożarowej oraz odporności ogniowej.

W budynkach zaprojektowano instalacje, które nie stanowią przekrycia dachu, o których mowa w § 216, § 218 §219 §235 §271 §274 §287 w Warunkach Technicznych. Zatem nie określa się w tym przypadku konieczności stosowania paneli odpowiedniej klasyfikacji w zakresie odporności dachów na ogień. Projektowane systemy należy traktować, jako instalacje posadowione na dachach,

które spełniają kryteria projektowe dla danego budynku np. dach NRO/Broof. Warunkiem stosowania komponentów PV w przedmiotowych obiektach jest zaprojektowanie instalacji w oparciu o urządzenia dopuszczone do stosowania z odpowiednimi normami i zawartymi w nich wymaganiami bezpieczeństwa w tym palności.

22.4. Informacja o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, w tym rozporządzeniem [1], dla instalacji fotowoltaicznej nie określa się minimalnych odległości od budynków i/lub innych obiektów budowlanych, granicy działki, granicy lasu. Instalacje fotowoltaiczne projektowana w przedmiotowych obiektach pozostaje bez wpływu na wymagania w zakresie usytuowania budynku względem sąsiednich obiektów, granicy działki, dróg stanowiących dojazd dla ekip ratowniczych oraz dróg pożarowych.

22.5. Informacja o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób, uwzględniające liczbę i stan sprawności osób przebywających w obiekcie

Projektowana instalacja PV nie ingerują w parametry dotyczące dojścia i przejścia ewakuacyjnego. Te dla przedmiotowego obiektu pozostają bez zmian.

Obręb instalacji fotowoltaicznej nie jest przewidziany do przebywania ludzi. Ewentualne przebywanie osób na dachu będzie mieć charakter krótkotrwały i będzie związany z konserwacją techniczną instalacji.

22.6. Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru

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

- połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkozłączy tego samego typu i producenta;
- zminimalizowano w instalacji ilość połączeń DC;
- trasy przewodów DC prowadzono w korytach kablowych (bez narażenia przewodów na ostre krawędzie);
- trasy kablowe DC będą odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”.
- ewentualne 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 optymalizatorów mocy z funkcją bezpieczeństwa.

22.7. Wyposażenie w gaśnice

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.

22.8. 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.

23. Informacja o możliwym wpływie instalacji PV na urządzenia przeciwpożarowe i inne urządzenia służące bezpieczeństwu pożarowemu, dostosowanemu do wymagań wynikających z przepisów dotyczących ochrony przeciwpożarowej i przyjętych scenariuszy pożarowych, z podstawową charakterystyką tych urządzeń

23.1. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu

W budynku istnieją przeciwpożarowe wyłączniki prądu.

23.2. Przygotowanie obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych

Z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa ekip ratowniczych podczas działań, należy wykonać oznaczenia następujących składowych instalacji fotowoltaicznej w ramach uaktualnienia instrukcji bezpieczeństwa pożarowego lub wykonania planu urządzenia fotowoltaicznego.

Plan instalacji fotowoltaicznej umieszcza się w skrzynce z głównym wyłącznikiem prądu całej instalacji elektrycznej obiektu (lub w widocznym miejscu na zewnątrz) na trwałym materiale wykonanym metodą druku i o formacie nie mniejszym niż A4.

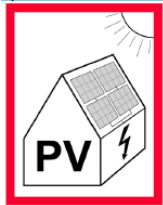
Część graficzna powinna zawierać:

- obszar lokalizacji modułów PV,
- lokalizację inwertera/ów PV,
- miejsce usytuowania elementu (np. rozłącznika) zapewniającego odłączenie napięcia po stronie DC falownika (nawet jeśli stanowi wyposażenie falownika PV),
- przebieg tras przewodów prądu stałego (po stronie DC) pozostających pod napięciem,
- opcjonalnie przebieg tras kablowych prądu przemiennego,

- legendę zastosowanych oznaczeń graficznych i literowych,
- wskazanie osób lub podmiotów opracowujących plan oraz datę jego opracowania.

23.3. Oznakowanie budynku

W celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w PV wg normy PN-EN 60364-7-712:



Piktogram z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku, powinien być umieszczony:

- w miejscu przyłączenia instalacji PV,
- przy liczniku oraz
- przy głównym wyłączniku zasilania.

23.4. Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz drogi pożarowe

Projektowane instalacje PV nie powodują dodatkowych obostrzeń w zakresie ilości wody potrzebnej do zewnętrznego gaszenia pożaru, a także nie ingerują w zasady prowadzenia dróg pożarowych do obiektów.

24. Oznakowanie elementów instalacji fotowoltaicznej

Celem ułatwienia eksploatacji urządzeń i zapewnieniu bezpieczeństwa personelowi technicznemu każdą 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, w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”,
- Przycisk ppoż. – „Przeciwpożarowy wyłącznik prądu”.

25. Wytyczne instalacyjno-budowlane

W ramach montażu instalacji fotowoltaicznych na obiektach należy:

- wykonać konstrukcję wsporczą modułów fotowoltaicznych na dachach budynków. Montaż należy wykonać zgodnie z instrukcją i zaleceniami producenta systemu montażowego i modułów PV,
- wykonać okablowanie do podłączenia modułów PV,
- zamontować rozdzielnice RPV,
- zamontować rozdzielnice RI,
- rozbudować istniejące rozdzielnice główne obiektów o pole odpływowe fotowoltaiki,
- wykonać linię zasilania między RI a RG,
- zapewnić zdalny monitoring parametrów pracy instalacji PV,
- wykonać pomocnicze prace budowlane (przebicia, otwory montażowe, przejścia instalacyjne przez przegrody budowlane itp.),

- wykonać prace porządkowe mające na celu doprowadzenie obiektów do stanu pierwotnego,
- przeprowadzić rozruch instalacji,
- wykonać próby, kontrole pomiary instalacji.

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 lub projektanta konstrukcji budowlanych.

Wszystkie miejsca przekuć przez przegrody budowlane należy po wprowadzeniu instalacji zamurować. Przewody przy przejściach przez przegrody budowlane należy prowadzić w tulejach ochronnych. Należy przygotować powierzchnię pod malowanie po przebicjach poprzez szpachlowanie nierówności, następnie wykonać malowanie. Instalację i urządzenia należy mocować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta. Przewody należy prowadzić w korytkach kablowych. Urządzenia należy rozmieszczać w pomieszczeniach zgodnie z wytycznymi producenta z zastosowaniem się do wymaganych odległości od przeszkód. Wszystkie prace porządkowe należy wykonać tak, aby obiekt doprowadzić do stanu pierwotnego.

26. Uwagi końcowe

1. Instalacje wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych” tom V, Instalacje elektryczne.
2. Wszelkie konieczne do wprowadzenia na budowie zmiany w stosunku do treści projektu powinny być uzgodnione z projektantem.
3. Montaż urządzeń: ogniów fotowoltaicznych, inwerterów, optymalizatorów, rozdzielnic elektrycznych wraz z wyposażeniem należy przeprowadzić po zapoznaniu się z instrukcjami montażu dostarczonymi przez producenta lub dystrybutora.
4. Instalacje wykonać w ścisłej koordynacji z wystrojem wnętrza i robotami budowlanymi.
5. 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 tj.:

- Kontrola systemu DC,
- Kontrola ochrony przeciwprzepięciowej i porażeniem elektrycznym,
- Kontrola systemu AC,
- Test polaryzacji,
- Pomiar prądu obwodu otwartego,
- Test ciągłości uziemienia ochronnego,
- Stan izolacji kabli zasilających,
- Pomiar rezystancji uziemienia,
- Inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętych projektem instalacji.

6. Wszystkie prace i pomiary muszą zostać wykonane przez osoby posiadające odpowiednie przeszkolenie potwierdzone stosownymi uprawnieniami – SEP E, SEP D.

27. Zestawienie głównych materiałów i urządzeń

Lp.	Pozycja	Ilość	J.m.
1.	Moduł fotowoltaiczny Canadian Solar Mini o mocy 410 Wp	43	szt.
2.	Optymalizator mocy Solar Edge P404	43	szt.
3.	Inwerter Solar Edge SE17K o mocy 17 kW	1	szt.
4.	Natynkowa rozdzielnica modułowa RPV, IP65 1x8	1	szt.
5.	Natynkowa rozdzielnica modułowa IP65 1x12	2	szt.
6.	Rozłącznik bezpiecznikowy 10x38 Z10-TL2 DC 1000Jm	2	szt.
7.	Wkładka topikowa gPV 10x38 20A 1000V DC	4	szt.
8.	Wyłącznik nadprądowy C32A 3P	1	szt.
9.	Rozłącznik bezpiecznikowy z wkładką gG 32A	1	szt.
10.	Ogranicznik przepięć DC typ T1T2	4	szt.
11.	Ogranicznik przepięć AC typ T1+T2 BY1 – B+C/3+NPE	1	szt.
12.	Licznik energii Solar Edge SE-MTR-3Y-400V-A	1	szt.
13.	Licznik energii na potrzeby bieżącej obsługi i rozliczeń	2	szt.
14.	Przekładnik prądowy 70A SE-CTML-0350-070	3	szt.
15.	Kabel solarny 6 mm ² czarny, H1Z2Z2-K 1x6 SW/TCab	200	mb.
16.	Kabel solarny 6 mm ² czerwony, H1Z2Z2-K 1x6 SW/TCab	200	mb.
17.	Kable LgY 16 mm ² (żółto-zielony) H07V-K 1x16	130	mb.
18.	Kabel OWY 5x6 mm ² czarny RV-K 5G4 0,6/1 kV	10	mb.
19.	Rura karbowana dwuwarstwowa 40/32, rolka 50 mb.	25	mb.
20.	Rura karbowana 25/20 czarna UV pilot, rolka 25 m	100	mb.
21.	Koryto metalowe KGR50H42/2	40	szt.
22.	Pokrywa PKR koryta metal 50/2	40	szt.
25.	Konstrukcja wsporcza na dach płaski 15 stopni, płyta 40x50	43	szt.
26.	Materiały pomocnicze, klemy, śruby, złącza	1	kpl.

**Projektujący nie ponosi odpowiedzialności za zmiany dokonane przez wykonawcę bez zgody
pisemnej osób projektujących.**

**Opracowanie chronione Ustawą o Prawie Autorskim i Prawach Pokrewnych
(Dz.U. Nr 24/94 poz. 83 z dnia 4 lutego 1994 r.).**

III. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

Do projektu wykonawczego „Rozbudowa instalacji fotowoltaicznej dla budynku
wielorodzinnego przy ul. Szerokiej 19 w Katowicach”

Adres inwestycji: Wielorodzinny budynek mieszkalny
ul. Szeroka 19, 40-233 Katowice

Dz. nr ewid.: 143/1, 144/6, 151/1, 151/2, 151/3, 151/4, 151/5, 152/2, 152/3

Obręb nr ewid.: 0002 Dz. Bogucice-Zawodzie (AR_44)

Jednostka ewid.: 246901_1, m. Katowice

Inwestor: Katowickie Towarzystwo Budownictwa Społecznego
ul. Krasińskiego 14, 40-019 Katowice

Projektant: mgr inż. Jerzy Halek, nr.upr. 217/2022

1. Zakres robót

- montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z konstrukcją mocującą,
- ułożenie tras kablowych prądu stałego DC i zmiennego AC,
- montaż rozdzielnic prądu stałego i przemiennego,
- wpięcie instalacji PV do istniejącej instalacji elektrycznej.

2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych

Na obszarze objętym inwestycją zlokalizowanym przy ul. Szerokiej 19 w Katowicach znajduje się wielorodzinny budynek mieszkalny.

3. Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

- instalacje elektryczne,
- rozdzielnie elektryczne DC, AC,
- urządzenia przekształtnikowe.

4. Przewidywanie zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych

- ryzyko upadku z wysokości podczas prac montażowych paneli fotowoltaicznych na dachu oraz przy budowie instalacji elektrycznych wewnątrz budynku,
- ryzyko porażenia prądem elektrycznym podczas montażu projektowanych instalacji elektrycznych,
- ryzyko porażenia prądem elektrycznym przy podłączaniu kabli i przewodów i wykonywaniu prac pomiarowych,
- ryzyko uszkodzenia przez ruchome elementy sprzętu transportowego i elektronarzędzi - w całym zakresie prowadzonych prac.

5. Instruktaż pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

Bezpośrednio przed przystąpieniem do prac szczególnie niebezpiecznych należy zapoznać pracowników z wszystkimi zagrożeniami oraz udzielić instruktażu z zakresu prowadzonych prac.

Każdy zatrudniony powinien znać zasady postępowania w przypadku występowania zagrożeń, tzn.:

- pracy na wysokościach,
- robót w pobliżu uzbrojenia energetycznego,
- stosowania środków ochrony osobistej,
- udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku.

Instruktaż pracowników powinien obejmować:

- zapoznanie z zakresem robót i kolejnością ich realizacji,
- przeprowadzenie szkolenia stanowiskowego BHP,
- zapoznanie pracowników ze skalą zagrożeń i oceną ryzyka zawodowego na stanowiska pracy,
- określenie ścisłych procedur postępowania oraz ścisłe ich przestrzeganie podczas pracy w pobliżu urządzeń elektrycznych pod napięciem w zakresie przygotowania miejsca pracy, sposobu dopuszczenia do pracy i bezpiecznego jej wykonania,
- określenie środków ochrony osobistej koniecznej do stosowania podczas pracy
- podanie jednoznacznych sposobów komunikowania się.

W przypadku pojawienia się jakiegokolwiek zagrożenia, pracownicy przebywający w niebezpiecznej strefie, powinni się z niej wycofać, powiadamiając osobę dozoru o powstałej sytuacji. Na terenie prowadzenia prac każdy pracownik winien posiadać niezbędny sprzęt ochrony osobistej.

Prowadzenie robót powinno się odbywać pod bezpośrednim nadzorem brygadzysty lub mistrza budowy, zaś dopuszczenie do prac niebezpiecznych winno być prowadzone na podstawie szczegółowych przepisów.

6. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych.

Należy organizować stanowiska pracy zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy. Należy pracownikom zapewnić odzież ochronną oraz sprzęt ochrony osobistej oraz przestrzegać ich stosowania zgodnie z przeznaczeniem. Prace na wysokości wykonywać przy użyciu drabin lub rusztowań wraz z odpowiednimi zabezpieczeniami. Zaleca się wykonywanie prac przy urządzeniach wyłączonych spod napięcia oraz stosować odpowiednie zabezpieczenia przed załączeniem napięcia.

PROJEKTANT:

mgr inż. Jerzy Halek
nr upr. 217/2022

IV. CZĘŚĆ GRAFICZNA

OBIEKT	NUMER RYSUNKU	TYTUŁ RYSUNKU
Budynek wielorodzinny przy ul. Szerokiej 19 W Katowicach	Rys. E01	Schemat rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych – rzut dachu
	Rys. E02	Schemat rozmieszczenia urządzeń instalacji PV, lokalizacja rozdzielni głównej
	Rys. E03	Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej
	Rys. E04	Widok układu urządzeń w rozdzielnicach RPV2.1-2.2, RI2
	Rys. E05	Widok układu urządzeń w rozdzielnicy głównej