


## PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY

*„Budowa mikroinstalacji fotowoltaicznych dla wielorodzinnego budynku mieszkalnego przy  
ul. Bohaterów Monte Cassino 2÷2i w Katowicach”*

OBIEKT:	Instalacja fotowoltaiczna
ADRES INWESTYCJI:	Wielorodzinny budynek mieszkalny ul. Bohaterów Monte Cassino 2÷2i 40 -231 Katowice dz. nr ewid. 106/1, 106/2, 109/3, 109/4, 110/3, 110/4, 111/2, 111/3, 112/1, 113, 115, 116, 117/1, 117/2, 117/3, 118/7 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. Krasieńskiego 14 40-019 Katowice

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	Skorut Systemy Solarne Sp. z o. o. ul. Wybickiego 71, 32-400 Myślenice	
OPRACOWAŁ:	mgr inż. Monika Wnęk	

BRANŻA	PROJEKTANT	DATA	PODPIS
INSTALACJE ELEKTRYCZNE	mgr inż. <b>Jerzy Halek</b> 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 2023 r.	

Wrzesień 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 .....	13
10. Umiejscowienie urządzeń.....	15
11. Przyłączenie instalacji PV do sieci elektroenergetycznej.....	15
12. Prowadzenie kabli po stronie DC.....	16
13. Prowadzenie kabli po stronie AC .....	17
14. Instalacja wyrównawcza instalacji fotowoltaicznej .....	20
15. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej .....	20
16. Ochrona przeciwprzepięciowa, przeciążeniowa i zwarciova instalacji fotowoltaicznej .....	21
17. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej.....	21
18. Ochrona przeciwporażeniowa .....	22
19. Dobór zabezpieczeń.....	22
20. Monitoring parametrów .....	24
21. Opomiarowane instalacji fotowoltaicznej na potrzeby obiektu .....	25
22. Planowane uzyski energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej.....	25
23. Charakterystyka zagrożenia pożarowego .....	25
23.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV .....	26
23.2. Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych .....	26
23.3. Informacja o klasie odporności pożarowej oraz odporności ogniowej i stopniu rozprzestrzeniania ognia przez elementy budowlane.....	26
23.4. Informacja o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących.....	27
23.5. Informacja o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób, uwzględniającę liczbę i stan sprawności osób przebywających w obiekcie.....	27
23.6. Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru .....	27
23.7. Wyposażenie w gaśnice .....	27
23.8. Uwagi końcowe .....	27

24. 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.....	28
24.1. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu.....	28
24.2. Przygotowanie obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych.....	28
24.3. Oznakowanie budynku .....	28
24.4. Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz drogi pożarowe.....	29
25. Oznakowanie elementów instalacji fotowoltaicznej.....	29
26. Wytyczne instalacyjno-budowlane.....	29
27. Uwagi końcowe .....	30
28. Zestawienie głównych materiałów i urządzeń .....	31
III. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA.....	32
IV. CZĘŚĆ GRAFICZNA .....	34
Rys. E01 – Schemat rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych – rzut dachu	
Rys.E02 – Rozmieszczenie urządzeń instalacji PV, podział instalacji PV na obwody (stringi) - rzut dachu	
Rys. E03.1 – Rozmieszczenie urządzeń elektrycznych, trasa kablowa AC – SEGMENT B/GENERATOR PV1	
Rys. E03.2 – Rozmieszczenie urządzeń elektrycznych, trasa kablowa AC – SEGMENT D/GENERATOR PV2	
Rys. E04.1 – Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej – GENERATOR PV1	
Rys. E04.2 – Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej – GENERATOR PV2	
Rys. E05 – Widok układu urządzeń w rozdzielnicach RPV1/2, RI1/2	

# **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 BUDOWLANO-WYKONAWCZY

#### ***„Budowa mikroinstalacji fotowoltaicznych dla wielorodzinnego budynku mieszkalnego przy ul. Bohaterów Monte Cassino 2÷2i w Katowicach”***

**Adres inwestycji:** Wielorodzinny budynek mieszkalny

ul. Bohaterów Monte Cassino 2÷2i, 40-833 Katowice

Dz. nr ewid.: 106/1, 106/2, 109/3, 109/4, 110/3, 110/4, 111/2, 111/3, 112/1, 113, 115, 116, 117/1, 117/2, 117/3, 118/7

Obręb nr ewid.: 0002 Dz. Bogucice-Zawodzie (AR\_44)

Jednostka ewid.: 246901\_1, m. Katowice

**Inwestor:** Katowickie Towarzystwo Budownictwa Społecznego

ul. Krasińskiego 14

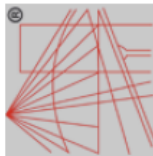
40-019 Katowice

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.

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

PROJEKTANT:

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



P O L S K A  
I N Ż Y N I E R Ő W  
B U D O W N I C T W A

### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:  
MAP-SMM-3RR-F12 \*

Pan Jerzy Halek o numerze ewidencyjnym MAP/IE/0236/03  
adres zamieszkania ul. Pachofskiego 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. 78<sup>1</sup> K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy 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.7131/109/02

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,

#### n a d a j ę

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.

#### Otrzymują:

1. Pan mgr inż. Jerzy Halek, ul. Bilińskiego 47/23, 30-505 Kraków
2. Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, ul. Krucza 38/42, 00-926 Warszawa



## **II. OPIS TECHNICZNY**

## **1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy sieciowych instalacji fotowoltaicznych (PV) posadowionych na dachu wielorodzinnego budynku mieszkalnego zlokalizowanego w Katowicach przy ul. Bohaterów Monte Cassino 2÷2i, dz. nr 106/1, 106/2, 109/3, 109/4, 110/3, 110/4, 111/2, 111/3, 112/1, 113, 115, 116, 117/1, 117/2, 117/3, 118/7, obręb Dz. Bogucice-Zawodzie. 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 (oświetlenie klatek schodowych, garażu podziemnego, zasilanie wind, central wentylacyjnych). Obecnie całe zapotrzebowanie energetyczne budynku pokrywane jest z zewnętrznej sieci energetycznej.

## **2. Zakres i podstawa opracowania**

Niniejsze opracowanie obejmuje:

- opis 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 oraz opis miejsca montowania falownika.

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. 2022r. poz. 1385);
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o Odnawialnych Źródłach Energii (Dz. U. 2022r. 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”
- Katalogi urządzeń, materiały i opracowania udostępnione przez producentów.

#### **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.

Działki, na których projektuje się instalację fotowoltaiczną nie są narażone na wpływ eksploatacji górniczej

Obiekt nie znajduje się w gminnej ewidencji zabytków oraz nie jest wpisany do rejestru zabytków. 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 bezgłośna, bezwibracyjna, 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. Przedmiotowa instalacja fotowoltaiczna nie będzie negatywnie oddziaływać na znajdujące się w pobliżu drzewa oraz inne formy zieleni.

#### **6. Stan istniejący budynku**

Projektowana instalacja fotowoltaiczna posadowiona będzie na dachu wielorodzinnego budynku mieszkalnego zlokalizowanego przy ul. Bohaterów Monte Casino 2÷2i w Katowicach. Obiekt posadowiony jest na działkach nr 106/1, 106/2, 109/3, 109/4, 110/3, 110/4, 111/2, 111/3, 112/1, 113, 115, 116, 117/1, 117/2, 117/3, 118/7. Przedmiotowy obiekt to budynek mieszkalny o kształcie zamkniętego wieloboku z otwarciem na południe celem uzyskania kwartału zabudowy z wewnętrznym dziedzińcem. Budynek posiada zróżnicowaną wysokość. Zasadnicza część obiektu okalająca dziedziniec posiada 7 kondygnacji przy czym zabudowa opada w kierunku wschodnim

zgodnie ze spadkiem terenu. Od strony ul. Bohaterów Monte Cassino budynek posiada 4, 5 i 6 kondygnacji opadających w stronę istniejącego budynku przy ul. 1 Maja 93. Obiekt jest podpiwniczony. Budynek podzielony jest na cztery oddylatowane segmenty, z których każdy obsługiwany jest przez osobne klatki schodowe z windą. Zasadniczą konstrukcję budynku stanowi monolityczny układ żelbetowy, słupowo-płytowy z elementami usztywniającymi w postaci ścian i trzonów żelbetowych. Stropy wszystkich kondygnacji wykonano jako żelbetowe, jednokierunkowo i krzyżowo zbrojone, generalnie w technologii filigran o gr. 20 cm. Budynek w większości posiada stropodach niewentylowany, monolityczny, krzyżowo zbrojony oparty na belkach żelbetowych z ociepleniem ze styropianu o grubości 20 cm. Pokrycie stropodachu wykonane z płyt korytkowych opartych na ściankach ażurowych posytych papą termozgrzewalną.

Budynek posiada zasilanie przez sieć niskiego napięcia. Głównym elementem rozdziału energii są złącza kablowe usytuowane na zewnętrznej ścianie budynku. Ze złącza kablowego zasilana jest tablica główna RG zlokalizowana w przeznaczonym pomieszczeniu na poziomie przyziemia segmentu B. Z tablicy głównej zasilane są rozdzielnie R1, R2, R3, R4 zlokalizowane w dedykowanych pomieszczeniach w części piwnicznej segmentów B i D z których zasilane są między innymi windy, centrale wentylacyjne oświetlenie klatek schodowych. Obiekt wyposażony jest w wyłączniki ppoż. znajdujące się przy głównych wejściach. Każdy segment posiada oddzielne wyłącznik prądu.

Obiekt posiada więcej niż jeden układ pomiarowy zakładu energetycznego.

Projekt nie ingeruje w istniejący układ zasilania i opomiarowania obiektu.

## **7. Opis projektowanej instalacji**

Projektowane instalacje fotowoltaiczne będą współpracowały 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 400V przez inwerter trójfazowy. Wyprodukowana energia będzie zużywana na bieżące potrzeby części wspólnych przedmiotowego obiektu (oświetlanie klatek schodowych, zasilanie wind, central wentylacyjnych). Moc zainstalowana instalacji PV nie będzie przekraczać mocy przyłączeniowych obiektu.

Po wybudowaniu źródła wytwórczego Wykonawca przed jego uruchomieniem dokona 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 2022r. 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.

Projekt przewiduje wykonanie dwóch instalacji fotowoltaicznych o łącznej mocy 57,15 kW zlokalizowanych na dachu budynku według poniższego zestawienia:

1. ul. Bohaterów Monte Cassino 2a÷2e (segmenty A, B) – Generator 1 – 58 modułów PV o łącznej mocy 26,1 kWp.
2. ul. Bohaterów Monte Cassino 2f÷2i (segmenty C, D) – Generator 2 – 69 modułów PV o łącznej mocy 31,05 kWp.

W skład każdego projektowanego układu będą wchodziły następujące urządzenia elektryczne:

- moduły fotowoltaiczne o mocy 450 Wp każdy,
- optymalizatory mocy,
- inwerter o mocy odpowiednio 25 kW (generator PV1) i 30 kW (generator PV2),
- skrzynka przyłączeniowa z zabezpieczeniami po stronie prądu stałego DC,
- skrzynka przyłączeniowa z zabezpieczeniami po stronie prądu zmiennego AC.

Dla potrzeb ww. urządzeń wykonane zostaną:

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

Urządzenia instalacji fotowoltaicznych przyłączone zostaną do sieci elektroenergetycznej obiektu w istniejących rozdzielniach R2 oraz R4.

Moduły fotowoltaiczne należy mocować zgodnie z Rys. E01. Projektuje się montaż modułów w układzie poziomym za pomocą bezinwazyjnej konstrukcji montażowej mocowanej do powierzchni dachu poprzez zgrzewanie i nachylonej do poziomu pod kątem  $15^{\circ}$ . Instalację fotowoltaiczną należy zorientować równolegle do południowej krawędzi dachu. Przy montażu należy zwrócić uwagę na istniejące wystające elementy na dachu i w miarę możliwości odsunąć od nich moduły w celu uniknięcia zacienienia. Każdy moduł należy wyposażyć w optymalizator mocy współpracujący z inwerterem.

Każda z dwóch instalacji będzie podłączona do osobnego inwertera zlokalizowanego na dachu budynku.

Rozmieszczenie urządzeń instalacji fotowoltaicznej przedstawia Rys. E02.

Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznych zapewniona zostanie poprzez zastosowanie optymalizatorów mocy z funkcją gwarantującą wysoki poziom bezpieczeństwa. Dla każdej z instalacji 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**

Projektowane instalacje fotowoltaiczne zostaną zamontowane na dachu za pomocą bezinwazyjnej konstrukcji montażowej przeznaczonej do montażu na dachach płaskich pokrytych membraną lub papą mocowanej poprzez zgrzewanie. Rozwiązanie to gwarantuje bezpieczne rozłożenie ciężaru całej instalacji oraz zapewnia całkowitą szczelność. Konstrukcja składa się z płytek montażowych, nakładki z papy/membrany, śruby z podsadzaniem, wsporników, trójkątów montażowych, aluminiowych szyn oraz elementów złącznych ze stali nierdzewnej 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/membranę na całej powierzchni płytki. Do tak zamocowanej śruby zamkowej należy przykręcić wspornik i zamontować na nim trójkąty wraz z szynami montażowymi. Następnie za pomocą dedykowanych zacisków – końcowego i środkowego przykręcanych do konstrukcji śrubami imbusowymi należy

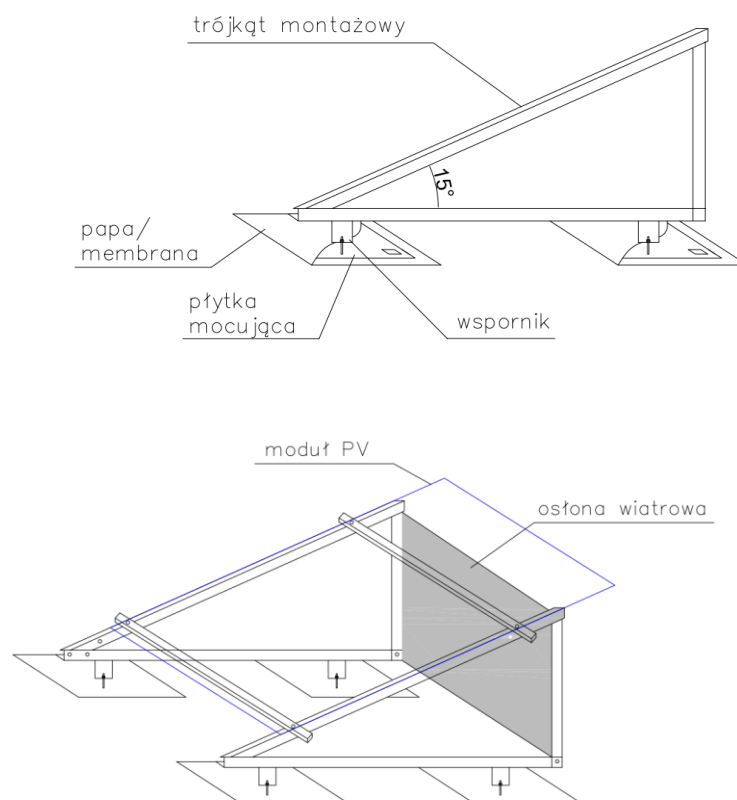
zamocować moduły fotowoltaiczne. W celu poprawy właściwości aerodynamicznych konstrukcję montażową należy wyposażyć w osłony wiatrowe.

Montaż konstrukcji przeprowadzić zgodnie z zaleceniami producenta. 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.).

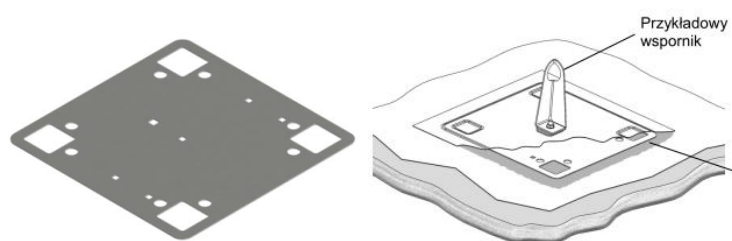
Dodatkowe obciążenie modułami fotowoltaicznymi wraz z systemem montażowym nie spowoduje przekroczenia stanu granicznego nośności i nie wpłynie na bezpieczeństwo konstrukcji.

Wymagania minimalne dla konstrukcji montażowej:

PRODUKT	WYMAGANIA
Płytki mocujące	Deklaracja produktu budowlanego



**Rys. 8.1** System montażowy na dach płaski pokryty membraną/papą, mocowanie poprzez zgrzewanie



**Rys. 8.2** Płytki mocujące

## 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.

Projektowane instalacje składać się będą z modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy znamionowej 450 Wp.

Parametry projektowanych modułów fotowoltaicznych w Standardowych Warunkach Testowania (STC):

- Moc: 450Wp
- Typ ogniwa: krzemowe, monokrystaliczne
- Napięcie obwodu otwartego  $V_{oc}$ : 49,1 V
- Prąd zwarcia  $I_{sc}$ : 11,60 A
- Napięcie przy mocy maksymalnej  $V_{mp}$ : 41,1 V
- Prąd przy mocy maksymalnej  $I_{mp}$ : 10,96 A
- Sprawność: 20,4%
- Wymiary: 2108x1048x35 mm
- Waga: 24,3 kg
- Stopień ochrony: IP68, 3 diody bypass
- Odporność na obciążenia statyczne: 5400 Pa
- Klasa stosowania A, klasa ochrony II
- Maksymalne napięcie systemowe: 1000V
- Złącza w standardzie MC4
- Temperaturowy zakres pracy: od -40°C do + 85°C
- Współczynnik temperaturowy dla mocy znamionowej: -0,35 %/°C
- Gwarancja na produkt: 12 lat
- Liniowa gwarancja wydajności: 25 lat
- Spełnione normy: CE, IEC 61730-1, 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.

- Inwerter sieciowy

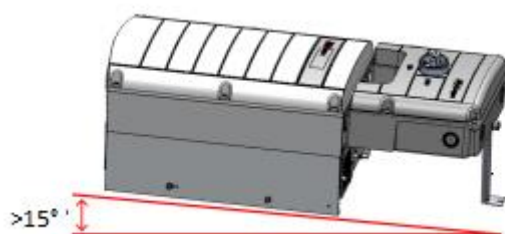
Urządzeniem odpowiedzialnym za współpracę z generatorami będzie beztransformatorowy inwerter trójfazowy służący do konwersji prądu stałego wytworzonego w generatorze PV na prąd zmienny. Przekształtniki tego typu automatycznie synchronizują się z siecią elektroenergetyczną. Inwertery posiadają własne 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 generatora PV1 projektuje się jeden inwerter o mocy 25 kW, natomiast dla generatora PV2 jeden inwerter o mocy 30 kW.

Schemat połączenia poszczególnych łańcuchów modułów PV do inwertera przedstawiają Rys. E04.1, E04.2.

NAZWA PARAMETRU	WARTOŚĆ	
	INWERTER 25 kW	INWERTER 30 kW
Typ	Beztransformatorowy	
Maksymalne napięcie prądu stałego	1000 V	
Maksymalny prąd wejściowy	36,25 A	43,5 A
Wejście DC	4 łańcuchy	
Maksymalna moc AC	25 000 kW	29 990 kW
Maksymalny ciągły prąd wyjściowy (na fazę)	36,25 A	43,5 A
Maksymalna sprawność	98,3%	
Ważona sprawność europejska	98%	
Detekcja zwarć doziemnych		
Zabezpieczenie przed pracą wyspową		
Zabezpieczenie przed odwróconą polaryzacją		
Złącza w standardzie MC4		
Możliwy montaż w układzie horyzontalnym		
Gwarancja na produkt	12 lat	
Wymiary	550x317x273 mm	
Masa	32 kg	
Stopień ochrony	IP65	
Montaż	Zewnętrzny i wewnętrzny	
Obsługiwane systemy łączności, interfejsy	Ethernet, WiFi (wymaga anteny), 2xRS485	
– Możliwość współpracy z systemem monitoringu zdalnego poprzez zintegrowany modem lub zewnętrzne akcesorium		
– Certyfikat NC RfG		

Inwerter powinien posiadać możliwość montażu w układzie horyzontalnym.



**Rys. 9.1** Montaż inwertera w układzie horyzontalnym

Wszystkie parametry zastosowanych inwerterów powinny być potwierdzone w kartach katalogowych i oświadczeniach wystawionych przez producenta inwertera oraz certyfikatami i wynikami badań potwierdzającymi osiągnięcie minimalnych wymaganych parametrów.

- Optymalizatory mocy

Urządzeniami odpowiedzialnymi za optymalizację pracy instalacji fotowoltaicznej będą optymalizatory mocy zaprojektowane do pracy z projektowanym inwerterem, z którym powinny stanowić spójny system do zarządzania pracą generatorów PV. Projektuje się jeden optymalizator na każdy moduł fotowoltaiczny. Nadrzędną ich funkcją będzie obciążenie modułu fotowoltaicznego w optymalny i równomierny sposób, który w zastanych warunkach oświetleniowych zapewni możliwie jak największą moc na wyjściu modułu, niezależnie od mocy energii elektrycznej generowanej przez pozostałe ogniwa fotowoltaiczne w szeregu. Rozwiązanie to pozwala na optymalizację mocy na poziomie pojedynczego modułu poprzez ograniczenie strat wynikających m.in. z zacinienia, pozyskiwanie danych w czasie rzeczywistym oraz monitoring poszczególnych modułów.

W instalacjach należy zastosować optymalizatory 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 niestanowiące zagrożenia dla osób przebywających w pobliżu.

Optymalizatory mocy powinny umożliwić monitoring pracy instalacji na poziomie pojedynczego modułu wraz z wykrywaniem usterek i problemów z systemem bez konieczności stosowania dodatkowego sprzętu lub okablowania. Przesyłanie danych powinno odbywać się poprzez otwarty protokół komunikacyjny.

## **10. Umiejscowienie urządzeń**

Rozdzielnica RG4, która stanowić będzie miejsce wpięcia instalacji fotowoltaicznej PV1 do sieci wewnętrznej budynku znajduje się w dedykowanym pomieszczeniu elektrycznym w piwnicy segmentu B (Rys. E03.1), natomiast rozdzielnica R2 stanowiąca miejsce wpięcia instalacji fotowoltaicznej PV2 do sieci wewnętrznej budynku znajduje się w dedykowanym pomieszczeniu elektrycznym w piwnicy segmentu D (rys. E03.2).

Inwerter IN1 o mocy 25 kW wraz z rozdzielnicami RPV1 oraz RI1 zostanie zamontowany na zachodniej ścianie zewnętrznej segmentu B. Inwerter IN2 o mocy 30 kW należy zamontować na dachu w północno-zachodniej części segmentu D. Projektuje się montaż inwertera w układzie horyzontalnym na dedykowanej podkonstrukcji. Inwertery należy zabezpieczyć przed długotrwałym wpływem niekorzystnych czynników atmosferycznych takich jak bezpośrednie promieniowanie słoneczne, deszcz, śnieg. Zamierzone miejsce montażu inwerterów przedstawia Rys. E02.

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 odstępy od innych przedmiotów i urządzeń celem prawidłowego odprowadzania ciepła oraz bezpieczną odległość od elementów palnych.

## **11. Przyłączenie instalacji PV do sieci elektroenergetycznej**

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

Miejscem przyłączenia instalacji fotowoltaicznych do sieci wewnętrznej budynku będą istniejące rozdzielnice R2 oraz R4 zlokalizowane w przeznaczonych pomieszczeniach elektrycznych

mieszczących się odpowiednio w piwnicy segmentu B oraz D. Moc z każdej z instalacji fotowoltaicznych zostanie odprowadzona do wewnętrznej instalacji zasilającej przedmiotowy obiekt w energię elektryczną za pomocą kabla typu YKY 5x16 mm<sup>2</sup>. 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.

Instalację należy przyłączyć wg. poniższego zestawienia:

1. ul. Bohaterów Monte Cassino 2a÷2e – (generator PV 1, segmenty A, B) – rozdzielnica R4 segment B

- nr PPE: 590322400701753758
- nr licznika: 72157621
- moc umowna: 60 kW

2. ul. Bohaterów Monte Cassino 2f÷2i – (generator PV 2, segmenty C, D) – rozdzielnica R2 segment D

- nr PPE: 590322400700768470
- nr licznika: 94510791
- moc umowna: 60 kW

Zgodnie z obowiązującymi przepisami instalacje OZE o mocy nominalnej do 50 kW podlegają zgłoszeniu przyłączenia mikroinstalacji do sieci dystrybutora energii elektrycznej. Istniejące liczniki służące do pomiaru energii elektrycznej pobieranej z sieci OSD na potrzeby obiektu należy wymienić na nowe liczniki dwukierunkowe. Wymiany licznika dokona Zakład Energetyczny na podstawie zgłoszenia.

Po zakończeniu robót montażowych źródła wytwórczego Wykonawca przed jego uruchomieniem zobowiązany jest do zgłoszenia przyłączenia wykonanej 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 6mm<sup>2</sup> 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.

Moduły będą łączone szeregowo. Na dachu przewody należy układać w korytach kablowych pełnych mocowanych do uchwyty betonowych trwale przytwierdzonych do dachu.

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.

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.

### 13. Prowadzenie kabli po stronie AC

Każdy z inwerterów zostanie połączony z odpowiednią rozdzielnicą zlokalizowaną w dedykowanym pomieszczeniu elektrycznym w piwnicy stanowiącą punkt wpięcia instalacji PV do sieci wewnętrznej budynku. Kabel energetyczny typu YKY(żo) 5x16mm<sup>2</sup> z wyjścia z każdego z inwerterów połączony zostanie z aparatami zabezpieczającymi wbudowanymi w rozdzielnicę RI. Dalej przewody instalacji PV 1 należy doprowadzić do zachodniej ściany segmentu B i wprowadzić przebicciem na klatkę schodową na ostatnie piętro budynku. Natomiast okablowanie AC instalacji PV 2 należy wprowadzić z dachu na najwyższe piętro segmentu D przebicciem przez ścianę klapy dymowej (rys. E02). Z ostatnich pięter przewody AC sprowadzić do piwnicy pionowo w dół istniejącymi pionami elektrycznymi i doprowadzić istniejącymi korytami kablowymi bezpośrednio do rozdzielnic R2, R4 gdzie zostaną wpięte dostarczając wytworzoną energię na obwody odbiorcze w istniejącej instalacji wewnętrznej przedmiotowego obiektu (Rys. E03.1, E03.2).

Obwody instalacji fotowoltaicznych zostaną zabezpieczone w istniejących rozdzielnicach budynkowych rozłącznikiem bezpiecznikowym z wkładką zabezpieczającą o wartości 50A (generator PV1) oraz 63 A (generator PV2).

Na dachu okablowanie AC należy układać w metalowych korytach kablowych z pokrywą mocowanych na uchwytych betonowych trwale przytwierdzonych do dachu. Wejście przewodów do budynku należy zabezpieczyć masą ogniochronną do klasy odporności ogniowej min. EI60.

W szachcie instalacyjnym okablowanie prowadzić w peszlu ochronnym. Wszystkie miejsca przekłuć przez przegrody budowlane, po wprowadzeniu instalacji uszczelnić gazo, wodo i pyłoszczelnie, oraz zabezpieczyć przed gryzoniami i uszkodzeniami mechanicznymi. 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.

**Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter IN1 o mocy 25 kW z rozdzielnicą RI1 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]

$\cos\phi$  – współczynnik mocy, przyjmuje się 0,9

$$I_B = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 40,09 \text{ A}$$

Dobrano przewód typu YKYżo 5x16mm<sup>2</sup> o obciążalności prądowej 66 [A].

$$66 \text{ A} > 40,09 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

### **Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter IN 1 z rozdzielnicą RI1 ze względu na straty napięcia**

Obliczenia dla dobrego przewodu typu YKYżo 5x16mm<sup>2</sup>

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

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 · mm<sup>2</sup>

$A$  – przekrój poprzeczny przewodu [mm<sup>2</sup>]

$$\text{straty napięcia} = \frac{26550 \cdot 1 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 16} = 0,02\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

### **Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter IN2 o mocy 30 kW z rozdzielnicą RI2 ze względu na obciążalność prądową długotrwałą**

$$I_B = \frac{30000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 48,11 \text{ A}$$

Dobrano przewód typu YKYżo 5x16mm<sup>2</sup> o obciążalności prądowej 66 [A].

$$66 \text{ A} > 48,11 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

### **Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter IN 2 z rozdzielnicą RI2 ze względu na straty napięcia**

Obliczenia dla dobrego przewodu typu YKYżo 5x16mm<sup>2</sup>

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

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 · mm<sup>2</sup>

A – przekrój poprzeczny przewodu [mm<sup>2</sup>]

$$\text{straty napięcia} = \frac{31050 \cdot 1 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 16} = 0,02\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

**Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI1 z rozdzielnicą R4 ze względu na obciążalność prądową długotrwałą**

$$I_B = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 40,09 \text{ A}$$

Dobrano przewód typu YKYżo 5x16mm<sup>2</sup> o obciążalności prądowej 66 [A].

$$66 \text{ A} > 40,09 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

**Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI1 z rozdzielnicą R4 ze względu na straty napięcia**

Obliczenia dla dobranego przewodu typu YKYżo 5x16mm<sup>2</sup>

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

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 · mm<sup>2</sup>

A – przekrój poprzeczny przewodu [mm<sup>2</sup>]

$$\text{straty napięcia} = \frac{26100 \cdot 45 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 16} = 0,83\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

**Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI2 z rozdzielnicą R2 ze względu na obciążalność prądową długotrwałą**

$$I_B = \frac{30000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 48,11 \text{ A}$$

Dobrano przewód typu YKYżo 5x16mm<sup>2</sup> o obciążalności prądowej 66 [A].

$$66 \text{ A} > 48,11 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

**Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI2 z rozdzielnicą R2 ze względu na straty napięcia**

Obliczenia dla dobranego przewodu typu YKYżo 5x16mm<sup>2</sup>

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

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 · mm<sup>2</sup>

A – przekrój poprzeczny przewodu [mm<sup>2</sup>]

$$\text{straty napięcia} = \frac{31050 \cdot 35 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 16} = 0,77\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

#### 14. Instalacja wyrównawcza instalacji fotowoltaicznej

Dla uziemienia obudów urządzeń i przewodów, na których nie występuje trwale potencjał elektryczny, należy wykonać instalację połączeń wyrównawczych. Instalacja ta składa się z połączenia wyrównawczego: głównego (główna szyna wyrównawcza), miejscowego (dodatkowego – dla części przewodzących, jednocześnie dostępnych) i nieuziemionego. Elementem wyrównującym potencjały jest przewód wyrównawczy. Wszystkie ramy modułów i konstrukcje montażowe muszą być prawidłowo uziemione. Przewód uziemiający musi być prawidłowo przymocowany do ramy modułu w celu zapewnienia dobrego kontaktu elektrycznego. Jeśli system montażowy jest wykonany z metalu to powierzchnia struktury musi być galwaniczna i musi mieć doskonałą przewodność. Przewód ochronny o przekroju min. 6 mm<sup>2</sup> 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. W celu uniknięcia kolizji instalacji PV z elementami instalacji odgromowej projektuje się przesunięcie części masztów odgromowych zgodnie z Rys. E01. Poza tym projekt nie przewiduje modernizacji istniejącej instalacji odgromowej. Podczas montażu modułów PV należy zachować odstęp izolacyjny od elementów LPS wynoszący min. 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.

W miejscu krzyżowania się instalacji odgromowej z trasą kablową DC/AC zwody poziome należy ułożyć w rurze grubościenną na odcinku 1 m po obu stronach od punktu przecięcia.

Właściwe funkcjonowanie oraz bezpieczeństwo instalacji PV zapewnione będzie poprzez uziemienie modułów i systemu mocowania oraz zastosowanie ochrony przeciwprzepięciowej. 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 mm<sup>2</sup>.

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

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

## **16. Ochrona przeciwprzepięciowa, 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. Ponadto instalacje zostaną zabezpieczone nadprądowo za pomocą rozłącznika bezpiecznikowego z wkładkami dedykowanymi do prądu stałego DC gPV 16A.

Po stronie AC inwerter IN1 zostanie zabezpieczony wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym o charakterystyce czasowo-prądowej typu „B” i wartości 50A, a inwerter IN2 wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym o charakterystyce czasowo-prądowej typu „B” i wartości 63A. W celu zapewnienia ochrony przeciwprzepięciowej instalacji fotowoltaicznych po stronie AC należy zastosować ochronniki przepięciowe typu T1+T2. Zabezpieczenia inwerterów zainstalowane zostaną w rozdzielnicach RI.

Ponadto w istniejących rozdzielnicach R2, R4 należy zabudować dodatkowe aparaty łączeniowe (rozłącznik bezpiecznikowy z zabezpieczeniem gG50A w rozdzielnicy R4 oraz rozłącznik bezpiecznikowy z zabezpieczeniem gG63A w rozdzielnicy R2) stanowiące zabezpieczenie kabla odpływowego do sieci wewnętrznej na odcinku między rozdzielnicami RI a punktem wpięcia.

Ograniczniki przepięć po stronie DC i AC należy podłączyć przewodem ochronnym do szyny wyrównawczej o przekroju min. 16 mm<sup>2</sup>.

## **17. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej**

Ze względu na montaż inwerterów na dachu trasa kablowa DC przebiegać będzie na zewnątrz, poza budynkiem w związku z czym nie ma obowiązku stosowania przeciwpożarowego wyłącznika bezpieczeństwa. Niezależnie od powyższego w projektowanych instalacjach zastosować należy optymalizatory 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 niestanowiące zagrożenia dla osób przebywających w pobliżu.

Każdy segment objęty niniejszym opracowaniem wyposażony jest w odpowiednio oznakowany wyłącznik ppoż. Funkcją wyłącznika jest odcięcie dopływu prądu do wszystkich obwodów z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje 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. Ochrona przeciwporażeniowa

Zastosowano system ochrony przed porażeniem poprzez:

- ochronę podstawową (izolację części czynnych urządzeń i przewodów oraz osłon i obudów);
- ochronę dodatkową przed dotykiem pośrednim (samoczynne wyłączenie prądu rażeniowego, uziemienie ochronne).

## 19. 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 16A

$$I_n \geq \frac{11,60}{1} \cdot 1,375 = 15,95 [A]$$

$$16[A] \geq 15,95[A] - \text{warunek spełniony}$$

### Zabezpieczenia po stronie AC

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

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

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

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]

$I_2$  – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

Inwerter o mocy 25 kW – rozdzielnica RI1: przewód YKYżo 5x16mm<sup>2</sup>

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowo prądowy B50A.

$$I_B(25\text{ kW}) = 40,09 [A]$$

$$I_N = 50 \text{ [A]}$$

$$I_z = 66 \text{ [A]}$$

$$I_2 = 1,45 \times 50 \text{ [A]} = 72,5 \text{ [A]}$$

$$1,45 \times I_z = 1,45 \times 66 \text{ [A]} = 95,7 \text{ [A]}$$

$40,09 \text{ [A]} \leq 50 \text{ [A]} \leq 66 \text{ [A]}$  – warunek [1] spełniony

$72,5 \text{ [A]} \leq 95,7 \text{ [A]}$  – warunek [2] spełniony

Rozdzielnica RI1 – rozdzielnica R4: przewód YKYżo 5x16mm<sup>2</sup>

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik bezpiecznikowy z zabezpieczeniem gG 50A.

$$I_B = 40,09 \text{ [A]}$$

$$I_N = 50 \text{ [A]}$$

$$I_z = 66 \text{ [A]}$$

$$I_2 = 1,6 \times 50 \text{ [A]} = 80 \text{ [A]}$$

$$1,6 \times I_z = 1,6 \times 66 \text{ [A]} = 105,6 \text{ [A]}$$

$40,09 \text{ [A]} \leq 50 \text{ [A]} \leq 66$  – warunek [1] spełniony

$80 \text{ [A]} \leq 105,6 \text{ [A]}$  – warunek [2] spełniony

Inwerter o mocy 30 kW – rozdzielnica RI2: przewód YKYżo 5x16mm<sup>2</sup>

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowo prądowy B63A.

$$I_B(30 \text{ kW}) = 48,11 \text{ [A]}$$

$$I_N = 63 \text{ [A]}$$

$$I_z = 66 \text{ [A]}$$

$$I_2 = 1,45 \times 63 \text{ [A]} = 91,35 \text{ [A]}$$

$$1,45 \times I_z = 1,45 \times 66 \text{ [A]} = 95,7 \text{ [A]}$$

$48,11 \text{ [A]} \leq 63 \text{ [A]} \leq 66 \text{ [A]}$  – warunek [1] spełniony

$91,35 \text{ [A]} \leq 95,7 \text{ [A]}$  – warunek [2] spełniony

Rozdzielnica RI2 – rozdzielnica R2: przewód YKYżo 5x16mm<sup>2</sup>

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik bezpiecznikowy z zabezpieczeniem gG 63A.

$$I_B = 48,11 \text{ [A]}$$

$$I_N = 63 \text{ [A]}$$

$$I_z = 66 \text{ [A]}$$

$$I_2 = 1,6 \times 63 \text{ [A]} = 100,8 \text{ [A]}$$

$$1,6 \times I_z = 1,6 \times 66 \text{ [A]} = 105,6 \text{ [A]}$$

$48,11 \text{ [A]} \leq 63 \text{ [A]} \leq 66$  – warunek [1] spełniony

$100,8 \text{ [A]} \leq 105,6 \text{ [A]}$  – warunek [2] spełniony

## 20. Monitoring parametrów

Monitoring instalacji fotowoltaicznych zostanie zrealizowany poprzez sieć Internet. Zastosowane inwertery posiadają 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 dla każdej z instalacji projektuje się licznik energii, który zapewni wysoką dokładność wskazań przy monitorowaniu produkcji/zużycia energii. Zastosowane rozwiązanie pozwala na uzyskanie dokładnych informacji o obciążeniach i zużyciu własnym energii. Oprócz pomiaru trzech podstawowych parametrów:

- sumarycznego zużycia energii elektrycznej przez obiekt,
- autokonsumpcji energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację PV,
- ilości energii oddanej do sieci elektroenergetycznej lub systemu magazynowania energii,

posiada również możliwość ograniczenia eksportu energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną do sieci elektroenergetycznej.

Urządzenia należy zabudować w istniejących rozdzielnicach R2, R4 zgodnie z Rys. E04.1, E04.2. Dodatkowy miernik energii powinien być podpięty szeregowo, za licznikiem dostarczonym przez OSD, 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. Komunikacja między urządzeniami realizowana będzie za pośrednictwem dedykowanego przewodu dla standardu RS485. Przewód od inwertera do licznika należy prowadzić na wspólnej trasie z przewodami AC.

Zespół urządzeń pomiarowo-komunikacyjnych powinien stanowić kompleksowe narzędzie do zarządzania wieloma instalacjami. Powinien umożliwić raportowanie oraz analizę pracy na poziomie pojedynczej instalacji jak i wielu instalacji z opcją eksportowania raportów. Ponadto system ten powinien zapewnić:

- pełną widoczność parametrów technicznych instalacji, w tym interaktywne wykresy,
- wizualizację produkcji energii elektrycznej w ujęciu godzinowym, dziennym, miesięcznym i rocznym,
- 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 w nie większych niż 15-minutowych odstępach czasu,
- łatwy dostęp z poziomu komputera, smartfona lub tabletu.

Komunikację między urządzeniami należy zrealizować za pomocą sieci WiFi, portu Ethernet lub portu szeregowego RS485.

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

Projektuje się instalację teletechniczną do obsługi i monitorowania instalacji wytwórczych. Instalacja składać się będzie z routera przewodowego (przełącznika) do którego za pomocą portów Ethernet należy podłączyć inwertery. Instalację połączyć z siecią Internet w obiekcie parkingu wielopoziomowego przy ul. St. Etienne 1. W tym celu projektuje się antenę kierunkową komunikacji



radiowej działającą jako punkt dostępu. Antenę należy zainstalować na dachu budynku przy ul. Bohaterów Monte Cassino 2g i skierować w stronę parkingu przy ul. St. Etienne 1.

## **21. Opomiarowane instalacji fotowoltaicznej na potrzeby obiektu**

Na potrzeby bieżącej obsługi i rozliczeń projektuje się podliczniki energii wyprodukowanej przez instalacje fotowoltaiczne. Liczniki należy zamontować w istniejących rozdzielnicach R2, R4 wg. Rys. E04.1, E04.2. Każdy z liczników winien być opatrzony indywidualnym numerem celem identyfikacji.

## **22. Planowane uzyski energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej**

1. Generator 1 – ul. Bohaterów Monte Cassino 2a÷2e – segmenty A, B

- a) moc zainstalowana: 26,1 kWp
- b) jednostkowy uzysk roczny: 950 kWh/kWp
- c) roczna produkcja energii elektrycznej: 24 795 kWh

2. Generator 2 – ul. Bohaterów Monte Cassino 2f÷2i – segmenty C, D

- a) moc zainstalowana: 31,05 kWp
- b) jednostkowy uzysk roczny: 950 kWh/kWp
- c) roczna produkcja energii elektrycznej: 29 500 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.

## **23. Charakterystyka zagrożenia pożarowego**

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

**Z uwagi na projektowaną moc obydwu instalacji wynoszącą odpowiednio 26,1kWp (generator PV1) oraz 31,05 kWp (generator PV2) 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.

### **23.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV**

Obiekt na dachu, którego projektowane są instalacje fotowoltaiczne, 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. 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.

### **23.2. 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.

### **23.3. 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 budynku 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 przedmiotowym obiekcie jest zaprojektowanie instalacji w oparciu o urządzenia dopuszczone do stosowania z odpowiednimi normami i zawartymi w nich wymaganiami bezpieczeństwa w tym palności.

#### **23.4. 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 przedmiotowym obiekcie pozostają bez wpływu na wymagania w zakresie usytuowania budynku względem sąsiednich obiektów, granicy działki, dróg stanowiących dojazd dla ekip ratowniczych oraz dróg pożarowych.

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

Projektowane instalacje 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.

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

W przedmiotowym projekcie instalacji fotowoltaicznych 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.

#### **23.7. Wyposażenie w gaśnice**

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

#### **23.8. 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.

## **24. 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**

### **24.1. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu**

W budynku istnieją przeciwpożarowe wyłączniki prądu.

### **24.2. 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.

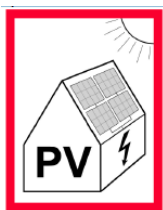
Plan instalacji fotowoltaicznej umieszcza się w skrzynce z głównym wyłącznikiem prądu całej instalacji elektrycznej obiektu (lub w widocznym miejscu na zewnątrz) na trwałym materiale wykonanym metodą druku i o formacie nie mniejszym niż A4.

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.

### **24.3. 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.

#### **24.4. 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 obiektu.

#### **25. 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”.

#### **26. Wytyczne instalacyjno-budowlane**

W ramach montażu instalacji fotowoltaicznych na obiekcie należy:

- wykonać konstrukcję wsporczą modułów fotowoltaicznych na dachu budynku. 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 budynkowe o pole odpływowe fotowoltaiki,
- wykonać linię zasilania między RI a miejscem wpięcia,
- 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 obiektu 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 замуrować. Przewody przy przejściach przez przegrody budowlane należy prowadzić w tulejach ochronnych. 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.

Przewody w budynku należy prowadzić w korytach kablowych lub rurach/listwach ochronnych. W szachtach instalacyjnych przewody prowadzić w peszlu ochronnym.

Instalację i urządzenia należy mocować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta. 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 oraz teren wokół niego doprowadzić do stanu pierwotnego.

## **27. 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: ogniw fotowoltaicznych, inwerterów, 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 wnętrz 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.

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

6. Do odbioru dostarczyć protokoły badań, atesty i certyfikaty na aparaty i osprzęt oraz dokumentację powykonawczą.

## 28. Zestawienie głównych materiałów i urządzeń

Lp.	Pozycja	Ilość	J.m.
1.	Moduł fotowoltaiczny o mocy 450 Wp	127	szt.
2.	Optymalizator o mocy 850 W z funkcją bezpieczeństwa ppoż.	127	szt.
3.	Inwerter o mocy 25 kW	1	szt.
4.	Inwerter o mocy 30 kW	1	szt.
5.	Natynkowa rozdzielnica modułowa, IP65 1x12	3	szt.
6.	Natynkowa rozdzielnica modułowa, IP65 1x18	1	szt.
7.	Rozłącznik z wkładką bezpiecznikową 10x38 $U_N = 1000V$ DC 2P	5	szt.
9.	Wkładka bezpiecznikowa gPV 16	10	szt.
10.	Wyłącznik nadprądowy B50A 3P	1	szt.
11.	Wyłącznik nadprądowy B63A 3P	1	szt.
12.	Rozłącznik z wkładką bezpiecznikową gG50A 3P	1	szt.
13.	Rozłącznik z wkładką bezpiecznikową gG63A 3P	1	szt.
14.	Ogranicznik przepięć DC typ T1+T2 3P 1200V	3	szt.
15.	Ogranicznik przepięć DC typ T1+T2 3P 1500V	2	szt.
16.	Ogranicznik przepięć AC typ T1+T2 4P	2	szt.
17.	Licznik energii elektrycznej na potrzeby rozliczeń wewnętrznych Inwestora	2	szt.
18.	Licznik energii elektrycznej na potrzeby systemu monitoringu	2	szt.
19.	Przekładniki prądowe	6	szt.
20.	Przewód solarny H1Z2Z2-K 1x6mm <sup>2</sup>	1130	m
21.	Przewód YKYżo 5x16 mm <sup>2</sup>	115	m
22.	Przewód do magistral szeregowych RS485	115	m
23.	Koryto kablowe pełne wraz z osprzętem	wg potrzeb	kpl.
24.	Rurka grubościenna	wg potrzeb	kpl.
25.	Punkt dostępu z anteną kierunkową	1	szt.
26.	Podkonstrukcja pod inwerter	1	szt.
27.	Konstrukcja wsporcza na dach płaski pokryty papą/membraną mocowana poprzez zgrzewanie	127	kpl.
28.	Uziemienie instalacji PV	2	kpl.

Przed przystąpieniem do prac montażowych wykonawca zobowiązany jest wykonać pomiary kontrolne tras kablowych i zweryfikować długości kabli niezbędnych do wykonania instalacji.

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 budowlano-wykonawczego „Budowa mikroinstalacji fotowoltaicznych na wielorodzinnym budynku mieszkalnym przy ul. Bohaterów Monte Cassino 2÷2i w Katowicach”

**Adres inwestycji:** Wielorodzinny budynek mieszkalny

ul. Bohaterów Monte Cassino 2÷2i, 40-833 Katowice

Dz. nr ewid.: 106/1, 106/2, 109/3, 109/4, 110/3, 110/4, 111/2, 111/3, 112/1, 113, 115, 116, 117/1, 117/2, 117/3, 118/7

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 ww. działkach położonych przy ul. Bohaterów Monte Cassino 2÷2i 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**