

DOKUMENTACJA TECHNICZNA

Sygnatura

mikroPV-SGGW- Hala_Sportowa

Nazwa

Dokumentacja techniczna rozbudowy mikroinstalacji fotowoltaicznej o moc 39,60 kW
do mocy ~50,0 kW



Obiekt

Nazwa Hala Sportowa SGGW w Warszawie
Adres ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa
Działka 114/2 obręb [1012] Dzielnica Ursynów

Inwestor

Nazwa Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Adres ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa

Zespół Projektowy

Opis	Imię i nazwisko, nr uprawnień	Podpis
Projektant	inż. Aleksandra Janczak Nr upr. GT-III-7210/40/77 Uprawnienia budowlane do projektowanie bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	
Opracowujący	inż. Patryk Kulawiak nr OZE-W/03/000025/21 Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego instalatora odnawialnych źródeł energii: systemów fotowoltaicznych (PV)	

18.09.2023 r.

Spis treści

Oświadczenie projektantów	3
Kopia uprawnień zespół projektowego	4
I. Wstęp	7
1. Podstawa opracowania	7
2. Przedmiot opracowania	7
3. Zakres opracowania	8
4. Opis stanu istniejącego i lokalizacji inwestycji	8
II. Opis techniczny – część opisowa	10
1. Opis rozwiązań projektowych	10
2. Dobór urządzeń	11
2.1. Moduły fotowoltaiczne / Panele PV	11
2.2. Falowniki fotowoltaiczne (ang. Inverters)	12
2.3. Optymalizatory mocy (ang. Power Optimizers)	13
2.4. Konstrukcja wsporcza modułów PV	13
3. Okablowanie	14
3.1. Strona prądu stałego (DC)	14
3.2. Strona prądu przemiennego (AC)	15
4. Zabezpieczenia	15
4. 1. Przetężeniowe - strona stałoprądowa – DC	15
4. 2. Przetężeniowe - strona zmiennoprądowa – AC	15
4. 3. Przeciwporażeniowe – uzupełniające	16
4. 4. Ochrona przepięciowa instalacji	16
5. Uziemienia i połączenia wyrównawcze	16
6. Instalacja odgromowa	17
7. Rozdzielnice	17
8. Ochrona ppoż.	17
9. System monitoringu instalacji	18
10. Uwagi końcowe	18
III. Zestawienie materiału	19
IV. Symulacja pracy instalacji	20
1. Model symulacyjny	20
2. Wyniki symulacji pracy	20
3. Prezentacja zacielenia powierzchni modułów PV w skali roku	21
4. Bilans energetyczny instalacji	22
5. Produkcja energii na przestrzeni miesięcy	23
V. Opis techniczny – część rysunkowa	24

Spis załączników



- Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB)
- Przedmiar robót i kosztorys inwestorski

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW

Zgodnie z art. 34 ust. 3d pkt 3 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 2351 oraz z 2022 r. poz. 88, 1557, 1768, 1783, 1846, 2206.) oświadczamy, że:

Dokumentacja techniczna rozbudowy instalacji fotowoltaicznej o moc 39,60 kW, do mocy ~50,0 kW na terenie obiektu: Hali Sportowej SGGW, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa.

sporządzona dnia 18.09.2023 r. została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami w tym techniczno-budowlanymi oraz zasadami wiedzy technicznej.

Opis	Imię i nazwisko, nr uprawnień	Podpis
Projektant	inż. Aleksandra Janczak Nr upr. GT-III-7210/40/77 Uprawnienia budowlane do projektowanie bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	
Opracowujący	inż. Patryk Kulawiak nr OZE-W/03/000025/21 Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego instalatora odnawialnych źródeł energii: systemów fotowoltaicznych (PV)	

Kopia uprawnień zespołu projektowego

WYDZIAŁ INŻYNIERSTWA
Katedra Inżynierii i Techniki
ul. Kłobucka 13
85-800 Bydgoszcz 20

Bydgoszcz, dnia marca 1977 r.

nr: GT-311-T210/40/77

STWIERDZENIE PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO

o pełnienie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie
Na podstawie § 1.1.481/2 i § 13 ust. 1 pkt. 4 lit. d.
rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska
z dnia 20.11.1975r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w
budownictwie /Dz.U. Nr 8, poz. 46/ stwierdza się, że:
Obywatel ka Aleksandra Teresa Janczak
inżynier elektryk
Oświadczam, dnia
posiada przygotowanie zawodowe uprawniające do wykonywania samodziel-
nych funkcji projektanta
w szczególności instalacyjno-inżynierskiej
Obywatel ka Aleksandra Teresa Janczak jest upoważniony do:

1. Do sporządzania projektów instalacji elektrycznych
2. W budownictwie osób fizycznych - do kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów instalacji oraz oceniania i badania stanu technicznego instalacji elektrycznych



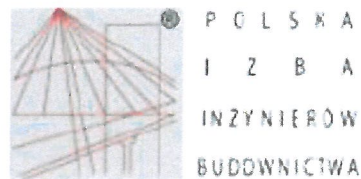
Podpisano:

1. ka Aleksandra Teresa Janczak

.....

a/a





Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

KUP-LAD-3YB-XLI *

Pani ALEKSANDRA JANCZAK o numerze ewidencyjnym KUP/IE/0638/03

adres zamieszkania [REDACTED]

jest członkiem Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2024-06-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-06-26 roku przez:

Renata Staszak, Przewodniczący Rady Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej, opatrzonego kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

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

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pib.org.pl lub kontaktując się z Prezensem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.





I. Wstęp

1. Podstawa opracowania

Podstawę do opracowania niniejszej dokumentacji stanowiły następujące materiały wyjściowe:

- Przeprowadzona wizja lokalna;
- Obowiązujące normy i przepisy oraz wytyczne producentów urządzeń instalacji fotowoltaicznych;
Podstawowe normy, przepisy i dokumenty techniczne:
 - norma PN-EN 61730 – część 1:2018. Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV);
 - norma PN-EN 61853 – część 1:2011. Badanie własności modułów fotowoltaicznych (PV);
 - norma PN-EN 62305 – część 1:2011. Zasady Ogólne;
 - norma PN-EN 62305 – część 2:2012. Zarządzanie ryzykiem;
 - norma PN-EN 62305 – część 3:2011. Uszkodzenia fizyczne obiektów i zagrożenie życia;
 - norma PN-EN 62446 – część 1:2016. Systemy podłączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór;
 - norma PN-HD 60364 – część 4-41:2017. Ochrona przed porażeniem elektrycznym;
 - norma PN-HD 60364 – część 4-43:2012. Ochrona przed prądem przetężeniowym;
 - norma PN-HD 60364 – część 5-51:2011. Postanowienia ogólne;
 - norma PN-HD 60364 – część 5-52:2011. Oprzewodowanie;
 - norma PN-HD 60364 – część 5-54:2011. Uziemienia, przew. ochronne i poł. wyrównawczych;
 - norma PN-HD 60364 – część 5-56:2019. Instalacje bezpieczeństwa;
 - norma PN-HD 60364 – część 6:2016. Sprawdzanie;
 - norma PN-HD 60364 – część 7:2016. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz.U. 2019 poz. 1830);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2003 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2019 poz. 1065);
- Ustawa: O odnawialnych źródłach energii z dnia 20 lutego 2015r. (Dz. U. z 2015 r., poz. 478, z późn. zm.)
- Ustawa: O ochronie przeciwpożarowej z dnia 24 sierpnia 1991 r. (Dz.U. z 2020r. poz. 961);
- Ustawa: Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz.U. z 2021 r. poz. 2351 z późn. zm.);
- Ustawa: Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. z 2019 r. poz. 755 z późn. zm.).

2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest dokumentacja techniczna rozbudowa instalacji fotowoltaicznej o moc 39,60 kW, do mocy ~50,0 kW dla budynku: Hali Sportowej SGGW, ul Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa, wchodzącego w skład kompleksu obiektu Zespołu Sportowo-Dydaktycznego SGGW w Warszawie. Instalacja fotowoltaiczna ma na celu produkcję energii elektrycznej w celu autokonsumpcji na potrzeby zapotrzebowania w energię elektryczną obiektu oraz z powiązaniem z siecią osiedlowego operatora sieci dystrybucyjnej, na zasadach rozliczeniowych prosumenta mikroinstalacji, w trybie przyłączenia w formie zgłoszenia mikroinstalacji do sieci.

Zgodnie z ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2021 r. poz. 2351 z późn. zm.), Art. 29 ust. 4 pkt. 3 c) instalowanie urządzeń fotowoltaicznych o mocy nie większej niż 50 kW – nie wymaga pozwolenia na budowę oraz zgłoszenia robót budowlanych. Z zaznaczeniem, że dla instalacji powyżej 6,50 kW stosuje się uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej, o którym mowa w art. 56 ust. 1a.

3. Zakres opracowania

W zakres opracowania wchodzi:

- dobór następujących urządzeń: modułów fotowoltaicznych, konstrukcji wsporczej PV, infrastruktury towarzyszącej w tym: optymalizatorów mocy, falowników, rozdzielnic pośredniczących;
- określenie instalacji: połączeń wyrównawczych i uziemiających, linii kablowych zasilających strony prądu stałego – DC, linii kablowych zasilających strony prądu przemiennego nN – AC;
- opcjonalnej modernizacji istniejącej instalacji odgromowej;
- zestawienia materiału głównych komponentów instalacji;
- symulacja komputerowa pracy instalacji, w tym: zacięń od istniejącej infrastruktury oraz przedstawienie szacunkowej produkcji energii oraz wskaźników efektu ekologicznego w skali roku.

4. Opis stanu istniejącego i lokalizacji inwestycji

Właścicielem terenu jest Inwestor, tzn. posiada prawo do korzystania z nieruchomości, celem budowy i eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Obiekt jest zasilany w energię elektryczną z istniejącego punktu poboru energii nr PL00000102787000000000000000009020. Układ pomiarowo-rozliczeniowy zgodnie z istniejącymi warunkami przyłączenia obiektu (przyłączona istniejąca mikroinstalacja fotowoltaiczna). Wymiany układu pomiarowo-rozliczeniowego/licznika energii dokonuje OSD na podstawie zgłoszenia mikroinstalacji fotowoltaicznej do sieci, w trybie przyłączenia - niniejsze jest poza zakresem opracowania. Na etapie realizacji inwestycji Wykonawca instalacji w dokumentacji powykonawczej zobowiązany jest do przekazania wypełnionego zgłoszenia mikroinstalacji, wraz z załącznikami wymaganymi przez przynależnego OSD oraz winien zapewnić pomocą merytoryczną i formalną Zamawiającemu.

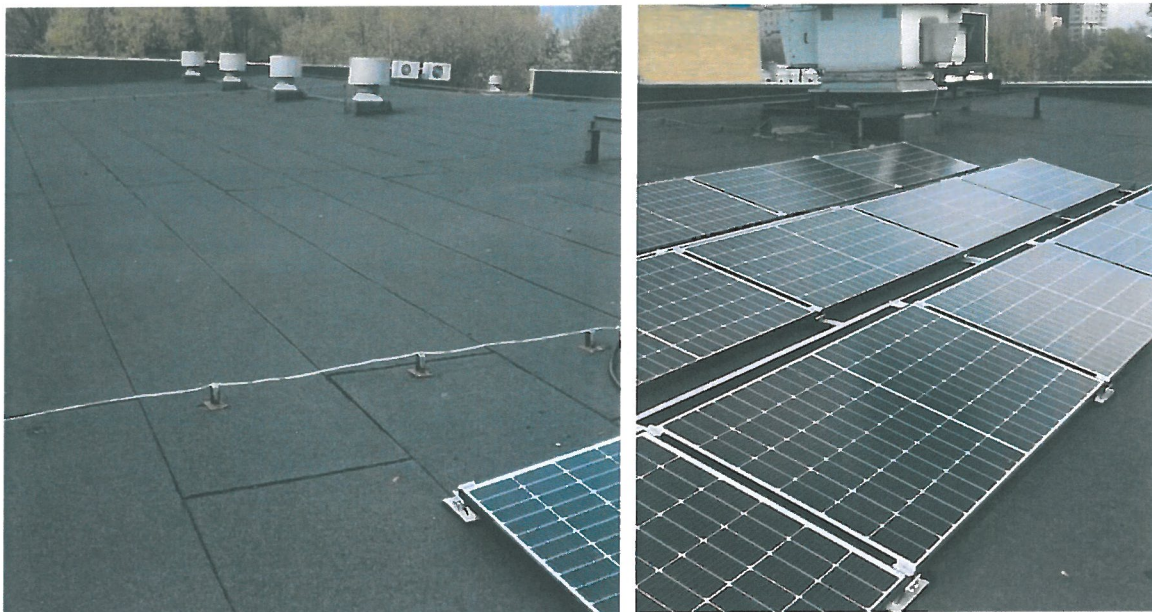
Dla obiektu zainstalowana jest istniejąca instalacja fotowoltaiczna składająca się z: 27 szt. modułów PV o mocy znamionowej 375 W, ulokowanych na połaci południowej w wschodniej części połaci dachowej hali sportowej oraz falownika o mocy znamionowej 10,0 kW, zlokalizowanego w pom. rozdzielni na poziomie parteru, w budynku zespołu sportowo-dydaktycznego (budynku hali sportowej).

Montaż instalacji fotowoltaicznej planowany jest na południowej oraz północnej połaci dachowej budynku hali sportowej, zgodnie z rysunkiem nr 01 – plan zagospodarowania terenu oraz przedstawionymi poniżej ilustracjami.

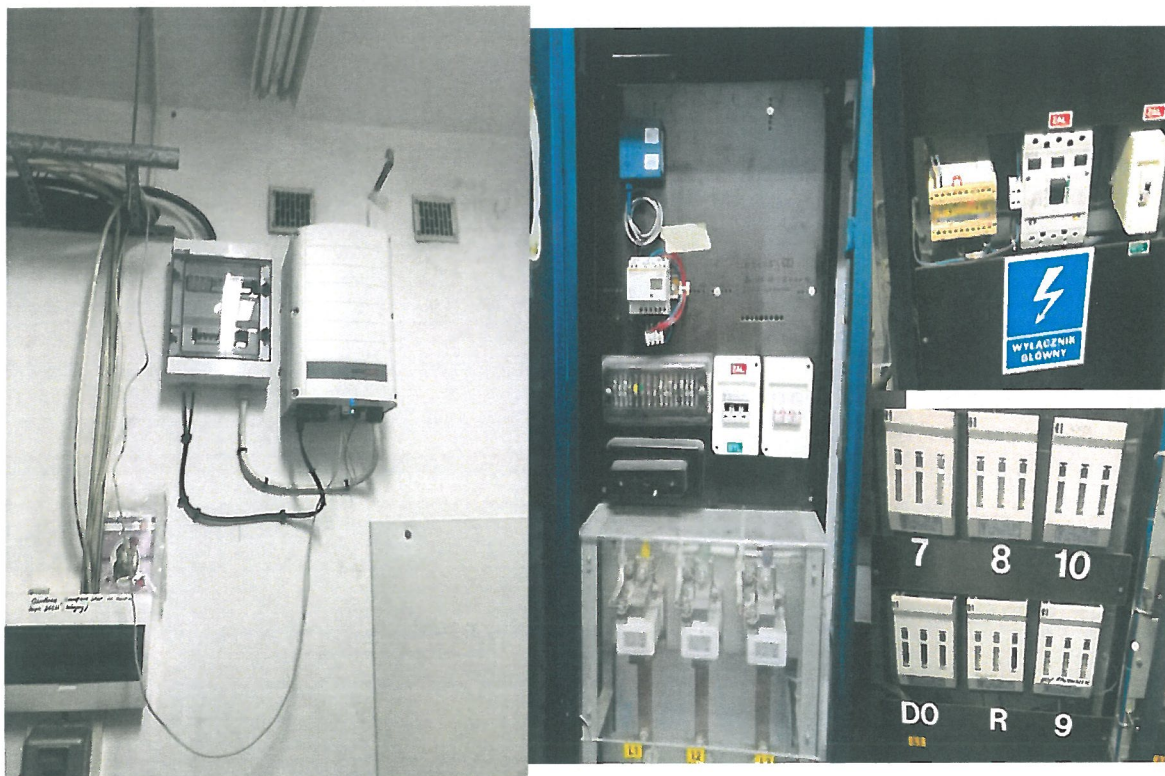


Ilustracja: Lokalizacja budynku na którym planowany jest montaż instalacji PV (oznaczono obramowaniem, koloru żółtego), względem całości obiektu

Wpływy obiektu budowlanego (Planowanej mikroinstalacji PV) na istniejący drzewostan, powierzchnię ziemi, w tym glebę, wody powierzchniowe i podziemne oraz wykazać, że przyjęte w dokumentacji, rozwiązania przestrzenne, funkcjonalne i techniczne, ograniczają lub emitują wpływ obiektu budowlanego na środowisko przyrodnicze, zdrowie ludzi i inne obiekty budowlane, zgodnie z odrębnymi przepisami – **brak negatywnego wpływu na środowisko, zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 10.09.2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko stwierdza się, że na podstawie §3, pkt. 54 – planowana instalacja fotowoltaiczna nie będzie oddziaływać na środowisko.**



Ilustracja: Widok budynku dla którego planowany jest montaż instalacji

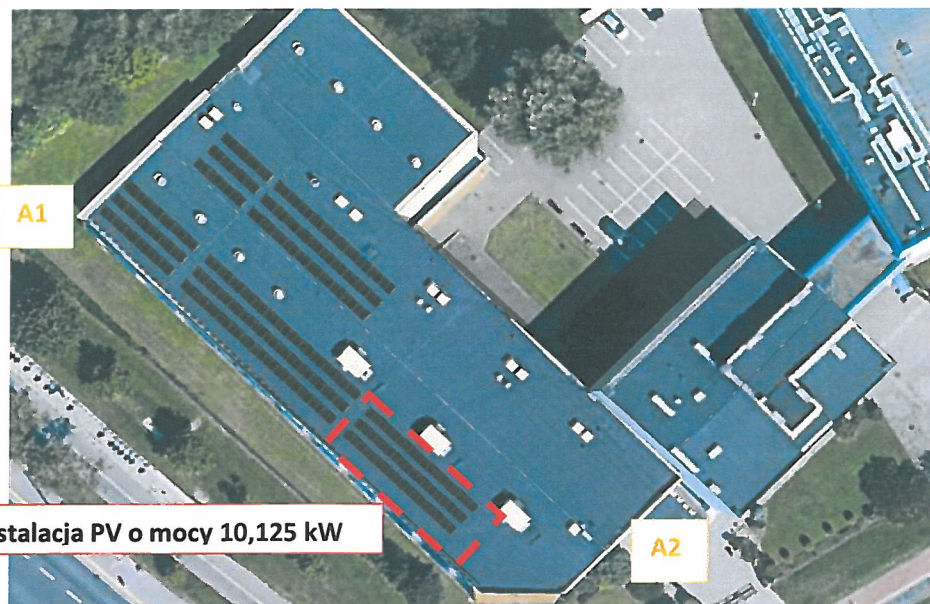


Ilustracja: Widok lokalizacji montażu falownika oraz pkt. przyłączenia proj. instalacji (istn. aparatura)

II. Opis techniczny – część opisowa

1. Opis rozwiązań projektowych

Rozmieszczenie projektowanej instalacji fotowoltaicznej wraz z opisem wykazano na poniższym modelu. Pozwoliło to w maksymalny sposób wykorzystać walory przedmiotowego budynku, przy uwzględnieniu stanu na dzień opracowania dokumentacji.



Symb.	Kierunek nachylenia	Kąt	Opis
A1	Połuniowy-Zachód	~5°	<p>Pokrycie papą bitumiczną – brak defetków na dzień wykonywania wizji lokalnej.</p> <p>Istniejąca instalacja odgromowa – zwody poziome oraz występy odgromowe na istniejącej infrastrukturze połaci dachowej – Planowana częściowa modernizacja w postaci iglic odgromowych dla modułów PV położonych na połaci A2.</p> <p>Jednorodne zacienienie południowe od fasady budynku.</p> <p>Połąć korzystna do montażu PV, z uwagi na orientację względem południa oraz kierunek nachylenia.</p>
A2	Północny-Wschód	~5°	<p>Niekorzystna orientacja względem południa oraz kąt nachylenia, z uwagi na ograniczną przestrzeń montażową połąć uznana za dopuszczalną do obłożenia modułami PV.</p> <p>W celu niwelacji niekorzystnego kąta nachylenia, zastosowana zostanie konstrukcja „ekierka / trójkąt”.</p> <p>Częściowe zacienienie od istniejącej infrastruktury – rekomendowane obłożenie w zachodniej części.</p>

Parametry modernizowanej instalacji przedstawiają się następująco:

Sumaryczna moc instalacji PV	49,725	kWp
Zakres rozbudowy - moc instalacji PV	39,60	kWp
Zakres rozbudowy - powierzchnia modułów PV	193,55	m ²
Sumaryczn liczba modułów PV	126	
Zakres rozbudowy - liczba modułów PV	99	
Liczba falowników	2	
1) Istniejący o mocy znamionowej 10,0 kW		
2) Zakres rozbudowy o mocy znamionowej 33,30 kW		
Zakres rozbudowy - liczba optymalizatorów mocy	99	
Rozmieszczenie i miejsce montażu aparatury, zgodnie z rysunkiem nr 01		

2. Dobór urządzeń

2.1. Moduły fotowoltaiczne / Panele PV

Projektowane moduły muszą spełniać poniższe wymagania:

- posiadać certyfikaty IEC61215; IEC61730 lub równoważne;
- posiadać co najmniej 12 lat gwarancji producenta;
- posiadać minimum 83% wartości mocy początkowej po 25 latach eksploatacji;
- posiadać wyłącznie dodatnią tolerancję mocy;
- posiadać stopień ochrony skrzynki przyłączeniowej co najmniej IP67;
- nie mogą być wyprodukowane wcześniej niż 12 miesiące przed montażem;
- posiadać parametry zgodne z tabelą równoważności;

W dokumentacji proponuje się zastosowanie modułów fotowoltaicznych charakteryzujących się parametrami zestawionymi w poniższej tabeli. Z zaznaczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych – zgodnie z tabelą równoważności.

Sym.	j. m.	Nazwa	Wartość	Tabela równoważności (Dopuszczalne odchylenia)
Parametry wyznaczone dla uwarunkowań testowania STC				
P_{max}	W	Moc maksymalna	400,0	Nie mniej niż 400
I_{MPP}	A	Prąd znamionowy MPP (ang. <i>maximum power point</i>)	12,83	+/- Brak ograniczeń
U_{MPP}	V	Napięcie znamionowe	31,20	+/- Brak ograniczeń
I_{SC}	A	Prąd zwarcia, SC (ang. <i>short circuit</i>)	13,73	+/- Brak ograniczeń
U_{OC}	V	Napięcie obwodu otwartego OC (ang. <i>open circuit</i>)	37,10	+/- Brak ograniczeń
η	%	Sprawność / Wydajność	20,48	Nie mniej niż 20,40
Współczynniki temperaturowe				
γ_T	%/°C	Wsp. temperaturowy mocy	-0,350	+/- Brak ograniczeń
α_T	%/°C	Wsp. temperaturowy prądu	0,045	+/- Brak ograniczeń
β_T	%/°C	Wsp. temperaturowy napięcia	-0,280	+/- Brak ograniczeń
Parametry projektowe / konstrukcyjne				
-	Szt.	Liczba ogniw	108	Nie mniej niż 60
-	-	Rodzaj ogniw	Monokrystaliczne	Monokrystaliczne
I_{rev}	A	Maksymalna wartość prądu rewersyjnego	25,0	Nie mniej niż 20,0
U_{max}	V	Maksymalne napięcie „krytyczne”	1500	Nie mniej niż 1000
Wym.	m	Wysokość/Szerokość/Grubość	1724/1134/30	+/- Brak ograniczeń
Waga	kg	Waga	21,8	Nie więcej niż 23,0
-	Pa	Obciążenie śniegiem (dodatniego)	5400	Nie mniej niż 5400
-	Pa	Obciążenia wiatrem (ujemnego)	2400	Nie mniej niż 2400
-	W	Tolerancja mocy	-0/+5	Wyłączenie dodatnia
-	%	Moc pozostała po 25 latach	84,8	Nie mniej niż 83%

2.2. Falowniki fotowoltaiczne (ang. Inverters)

Projektowane falowniki muszą spełniać poniższe wymagania:

- wyznaczone przez przynależnego operatora sieci dystrybucyjnej (OSD), wraz z szczegółami określonymi w przepisach: NC RfG oraz IRIESD, w zakresie mikroinstalacji PV, z wyróżnieniem:
 - zabezpieczenie „przed pracą wyspowa” - uniemożliwienie dostarczenia wygenerowanej energii przy stanie zaniku napięcia z sieci elektroenergetycznej,
 - nastawy parametrów elektrycznych „granicznych” (poziomy napięć oraz częstotliwości),
 - odpowiednie nastawy/sterowanie generowaną mocą bierną;
- być 3-fazowymi (400 VAC) przekształtnikami energoelektronicznymi wykonanymi w technologii beztransformatorowej;
- posiadać stopień ochrony co najmniej IP65;
- być wyposażone w moduł komunikacyjny RS485;
- umożliwiać komunikację poprzez sieć Ethernet oraz Wi-Fi;
- posiadać co najmniej 12 lat gwarancji producenta;
- brak przeciwwskazań do współpracy z optymalizatorami mocy;
- nie mogą być wyprodukowane wcześniej niż 12 miesięcy przed montażem.

W dokumentacji proponuje się zastosowanie falowników charakteryzujących się parametrami zestawionymi w poniższych tabelach. Z zaznaczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych – zgodnie z tabelą równoważności.

Sym.	j. m.	Nazwa	Tabela równoważności (Dopuszczalne odchylenia)	
Parametry dotyczące strony wejściowej DC			$P_N = 33,30 \text{ kW}$	
P_{PVmax}	kW	Maksymalna moc podłączonych modułów PV	50,0	Nie mniej niż moc proj. modułów PV
U_{INmax}	V	Maksymalne napięcie wejściowe	1000,0	+ Brak ograniczeń
U_{MPPmin} $U_{MPPTmax}$	V	Znamionowe napięcie pracy MPP	750,0	W przedziale 500-850
I_{MPPmax}	A	Maksymalny prąd znamionowy	48,25	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
I_{SCmax}	A	Maksymalny prąd obwodu zwartego	48,25	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
MPPT	Szt.	Liczba śledzących maksymalny punkt pracy	1	+ Brak ograniczeń; Możliwa praca z optymalizatorami mocy
Parametry dotyczące strony wyjściowej AC				
P_N	kW	Znamionowa moc wyjściowa	33,30	W przedziale 0,8-1,2 Mocy Proj. PV
S	kVA	Maksymalna moc wyjściowa	33,30	+ Brak ograniczeń
I_{max}	A	Maksymalny prąd wyjściowy	48,25	+/- Brak ograniczeń
Parametry konwersji				
η_{max}	%	Sprawność maksymalna	98,30	Nie mniej niż 98,0
$\eta_{EURO/CEC}$	%	Sprawność europejska (tzn. ważona)	98,0	Nie mniej niż 97,50

2.3. Optymalizatory mocy (ang. Power Optimizers)

Projektowane optymalizatory mocy muszą spełniać poniższe wymagania:

- realizacja optymalizacji mocy na poziomie każdego z modułów fotowoltaicznych;
- posiadać certyfikaty IEC61000-6-2; IEC61000-6-3;
- posiadać co najmniej 10 lat gwarancji producenta;
- posiadać stopień ochrony co najmniej IP67;
- brak przeciwwskazań do pracy z zastosowanym modelem falownika.

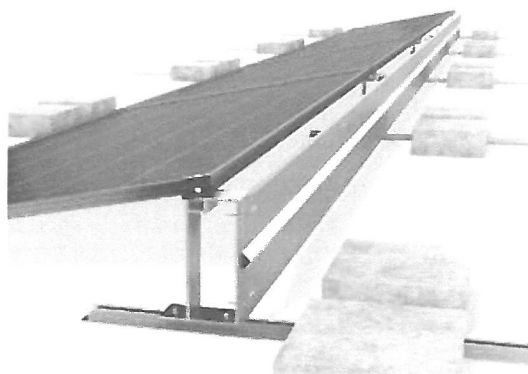
W dokumentacji proponuje się zastosowanie optymalizatorów mocy charakteryzujących się parametrami zestawionymi w poniższej tabeli. Z zaznaczeniem możliwości zastosowania innego modelu o parametrach zbliżonych – zgodnie z tabelą równoważności.

Sym.	j. m.	Nazwa	Wartość	Tabela równoważności (Dopuszczalne odchylenia)
P_{PVmax}	kW	Maksymalna moc wejściowa	440,0	Nie mniej niż moc proj. modułów PV
U_{INmax}	V	Maksymalne napięcie wejściowe	60,0	Nie mniej niż napięcie proj. modułów PV
U_{INmin}	V	Minimalne napięcie wejściowe	8,0	Nie więcej niż napięcie proj. modułów PV
I_{SCmax}	A	Maksymalny prąd obwodu zwartego	14,50	Nie mniej niż prąd proj. modułów PV
η_{max}	%	Sprawność maksymalna	99,50	Nie mniej niż 99,0
Zezwala się na zastosowanie jednego optymalizatora na dwie szt. modułów PV, przy spełnieniu warunku wielokrotności powyższych parametrów.				

2.4. Konstrukcja wsporcza modułów PV

Mając na uwadze stan istniejący oraz optymalne rozmieszczenie instalacji. Projektowane moduły fotowoltaiczne montowane będą za pomocą dedykowanych systemów konstrukcji wsporczych pod instalacje fotowoltaiczne, zgodnie z poniższym opisem oraz przykładowym rozmieszczeniem wstępnym zgodnym z rys. 01 oraz przedstawionymi wizualizacjami.

Proponuje się konstrukcję bezinwazyjną z obciążeniem balastowym o ekspozycji „ekierka / trójkąt poziom”, z kątem nachylenia 15 st. Z zastosowanymi pełnymi szynami, łączącymi szeregi modułów PV oraz wiatrownicami. Przykładowy model konstrukcji ukazano na poniższej ilustracji oraz na rysunku nr 04.



Zastosowana konstrukcja wsporcza powinna spełniać wymogi:

- możliwości montażu zadeklarowanej ilości modułów w opracowaniu lub ekwiwalentu założonej mocy modułów PV, projektowanej instalacji - przy uwzględnieniu istniejącej przestrzeni montażowej oraz braku naruszenia szczelności pokrycia i walorów konstrukcyjnych;
- certyfikatu zgodności z normami PN-EN 1090-1, PN-EN 1090-2+A1 (dla elementów stalowych) oraz PN-EN 1090-3 (dla elementów aluminiowych);
- odpowiedniego dopasowania względem obciążenia śniegiem i wiatrem – zgodnie z: PN-EN 1991-1-3:2005 oraz PN-EN 1991-1-4:2010.

3. Okablowanie

3.1. Strona prądu stałego (DC)

Połączenia poszczególnych modułów fotowoltaicznych wykonywać przez okablowanie dostarczone do danego sprzętu. Połączenia do odpowiednich obwodów falowników realizować za pomocą kabli dedykowanych do zastosowań fotowoltaicznych, tzn. napięcie pracy 1000 V, izolacja odporna na promieniowanie UV, ze złączkami dedykowanymi DC (+/-) o przekroju żył roboczych przy uwzględnieniu poniżej przedstawionych warunków.

Kable należy układać zgodnie z praktyką inżynierską, tak aby unikać pętli indukcyjnej. Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne będą mocowane do konstrukcji wsporczej samych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikami, będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą dedykowanych rur osłonowych lub koryt kablowych, przy czym dla trasowania na zewnątrz: rury osłonowe lub listwy instalacyjne będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV. Wykonawca przed przystąpieniem do prac montażowych zobowiązany jest do przedstawienia Inwestorowi rozwiązań dt. trasowania okablowania.

Warunek obciążalności prądowej:

$$I_z^* \geq I_B; I_z^* = I_z \cdot k_g$$

gdzie: I_z^* – skorygowana o k_g , obciążalność długotrwała przewodów; I_z – obciążalność długotrwała, zależna od sposobu ułożenia okablowania, k_g – współczynnik korygujący; I_B – prąd obciążenia obwodu – odpowiada I_{MPP} modułu.

Warunek dopuszczalnego spadku napięcia, w instalacjach fotowoltaicznych przyjmuje się 1%:

$$\Delta U [\%] = \frac{(\text{ilość STRING} \cdot P_{PV}) \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot s \cdot (\text{ilość STRING} \cdot U_{MPP(T_{max})})^2} \leq 1\%$$

gdzie: P_{PV} – moc modułu PV; l – długość okablowania, z zaznaczeniem składowych: okablowania + i – (2-krotność dt. trasy) oraz ułożenie z uniknięciem pętli indukcyjnej (+ i – możliwie najbliżej); $U_{MPP(T_{max})}$ – napięcie MPP w maksymalnej temperaturze, dla konfiguracji z optymalizatorami mocy o stałym napięciu łańcucha U_{MPPT_Fal} – dla zaproponowanego modelu 750 V; γ – konduktywność materiału żyły, przyjęta dla miedzi; s – przekrój przewodu.

W poniższej tabeli zestawiono dobór okablowania dla skrajnych wariantów obwodów.

Nr Obw.	Dł. Trasy	PV	Ppv	I_B	U_{MPP}	Sposób ułożenia	Rodzaj przewodów	s	I_z^*	I_{sum}	$\Delta U\%$	Sprawdzenie warunków	
		Szt.										$I_B \leq I_z^*$	$\Delta U\% \leq 1\%$
1.1.	65	33	13200	12,83	750,0	B1	H1Z2Z2-K 1x	10,0	57,0	163,0	0,708	Zgodny	Zgodny
1.2.	75	33	13200	12,83	750,0	B1	H1Z2Z2-K 1x	10,0	57,0	183,0	0,795	Zgodny	Zgodny
1.3.	85	33	13200	12,83	750,0	B1	H1Z2Z2-K 1x	10,0	57,0	203,0	0,882	Zgodny	Zgodny

3.2. Strona prądu przemiennego (AC)

Połączenia pomiędzy falownikiem, rozdzielnicą AC (zabezpieczeniami falownika), a miejscem przyłączenia należy wykonać kablem o izolacji przystosowanej na napięcie 0,6/1 kV: 5-żyłowym, o przekroju nie mniejszym niż wynikającym z poniżej przedstawionych warunków. Na schemacie ideowym – rysunek nr 02, zawarto przykładowy komponent spełniający wymagania.

Podłączenia względem aparatury należy wykonać, zgodnie z dedykowanymi złączkami i praktyką inżynierską. Okablowanie AC prowadzić zgodnie z projektem zagospodarowania terenu, bądź w sposób optymalizujący rozmieszczenie kabli. Kable nie prowadzone w gruncie będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą dedykowanych rur osłonowych lub koryt kablowych, przy czym dla trasowania na zewnątrz wymaga się aby były przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych i będą odporne na promieniowanie UV. Wykonawca przed przystąpieniem do prac montażowych zobowiązany jest do przedstawienia Inwestorowi rozwiązań dt. trasowania okablowania.

Warunek obciążalności prądowej:

$$I_z^* \geq I_B; I_z^* = I_z \cdot k_g$$

gdzie: I_z^* – skorygowana o k_g , obciążalność długotrwała przewodów; I_z – obciążalność długotrwała, zależna od sposobu ułożenia okablowania, k_g – współczynnik korygujący; I_B – prąd obciążenia obwodu – odpowiada I_{max} falownika.

Warunek dopuszczalnego spadku napięcia, dla falownika (generatora) przyjmuje się 1%:

$$\Delta U [\%] = \frac{P_{max} \cdot l \cdot 100}{\gamma \cdot s \cdot U_N^2} \leq 1\%$$

gdzie: P_{max} – moc maksymalna urządzenia (falownika); l – odległość urządzenia od miejsca przyłączenia; U_N – napięcie znamionowe sieci (międzyprzewodowe); γ – konduktywność materiału żyły; s – przekrój przewodu.

W poniższej tabeli zestawiono dobór okablowania.

Zasilanie	P	I_B	Sposób ułożenia	Mat.	Rodzaj przewodów	s	I_z	k_g	I_z^*	l	$\Delta U\%$	Sprawdzenie warunków	
	kW	A				mm ²	A	-	A	m	%	$I_B \leq I_z^*$	$\Delta U\% \leq 1\%$
3-fazowe	33,3	48,25	B2	Cu	YKY(zo) 5x	16,0	85,0	1,00	85,0	15,0	0,361	Zgodny	Zgodny

4. Zabezpieczenia

4.1. Przetężeniowe - strona stałoprądowa – DC

Dla zabezpieczeń szeregów (stringów) modułów PV przewiduje się montaż rozłączników bezpiecznikowych przystosowanych do pracy pod napięciem DC 1000 V, wraz z wkładkami bezpiecznikowymi odpowiednimi do rozwiązań fotowoltaicznymi, tzn. typu gPV o wartości znamionowej prądu zadziałania nie większej niż dopuszczalna wartość prądu rewersyjnego zastosowanych modułów fotowoltaicznych.

Dobrano zabezpieczenie gPV 20A dla każdego z projektowanych szeregów modułów PV, zgodnie z poniższą zależnością:

$$\begin{aligned}
 I_2 &\leq I_z^* \cdot 1,45 \\
 I_2 &= I_n \cdot k_2 \\
 20,0 \cdot 1,20 &\leq 57,0 \cdot 1,45 \\
 24,0 &\leq 82,65
 \end{aligned}$$

gdzie: I_z^* – skorygowana o k_g , obciążalność długotrwała przewodów; I_n – znamionowy prąd urządzenia zabezpieczającego; I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego; k_2 – współczynnik krotności zabezpieczenia

4. 3. Przetężeniowe - strona zmiennoprądowa – AC

Dla obwodów: falownik – miejsce przyłączenia, należy zastosować zabezpieczenia przetężeniowe w postaci wyłączników nadprądowych o charakterystyce B. Doboru dokonać, zgodnie z poniższymi zależnościami. Na schemacie ideowym – rysunek nr 02, zawarto przykładowy komponent spełniający wymagania.

$$I_B \leq I_n \leq I_z^*$$

$$I_2 \leq I_z^* \cdot 1,45$$

$$I_2 = I_n \cdot k_2$$

gdzie: I_z^* – skorygowana obciążalność długotrwała przewodów, zgodnie z rozdziałem doboru przewodów; I_B – prąd obciążenia obwodu – maksymalna wartość prądu na wyjściu falownika; I_n – znamionowy prąd urządzenia zabezpieczającego; I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego; k_2 – współczynnik krotności zabezpieczenia, dla wyłączników nadprądowych z charakterystykami B,C,D = 1,45.

W poniższej tabeli zestawiono dobór zabezpieczenia głównego.

I_B	I_z^*	Typ zap.	I_n	$1,45 \cdot I_z^*$	I_2	Sprawdzenie warunków	
						$I_B \leq I_n \leq I_z^*$	$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z^*$
A	A		A	A	A	$I_B \leq I_n \leq I_z^*$	$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z^*$
48,3	85,0	3P B	63,0	123,3	91,35	Zgodny	Zgodny

4. 3. Przeciwporażeniowe – uzupełniające

Układ sieci projektowanej instalacji to TN-S. Ochrona podstawowa oraz ochrona przed dotykiem bezpośrednim realizowana będzie przez izolowanie części czynnych (izolacja podstawowa) oraz stosowanie obudów i osłon zastosowanych urządzeń o stopniu ochrony co najmniej IP2X. Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa spełniona zostanie przez zastosowanie wyłączników nadprądowych. Jako drugi stopień ochrony przeciwpożarowej projektuje się wyłącznik różnicowy-prądowy (RCD) o prądzie upływu 100 mA oraz typie A.

4. 4. Ochrona przepięciowa instalacji

Dla zapewnienia ochrony przepięciowej strony DC dla każdej grupy modułów fotowoltaicznych przynależnych do wykorzystanego wejścia MPPT falownika, zastosować ogranicznik przepięć, o maksymalnym napięciu trwałej pracy wynoszącym nie mniej niż 1000 V. Typ zastosowanego ogranicznika przepięć uzależniony jest od stanu instalacji odgromowej w obiekcie, w momencie realizacji działań montażowych przez Wykonawcę.

- Typ 2 (T2) – gdy budynek nie posiada ochrony odgromowej lub zachowany został odstęp izolacyjny (PN-EN-62305-3:2011) pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową.

- Typ 1 i 2 (T1+T2) – gdy nie zostały zachowane odstępy izolacyjne pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową, w danym przypadku ogranicznik należy połączyć z szyną wyrównawczą (SW) przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm². Dodatkowo konstrukcję wsporczą modułów należy połączyć z instalacją odgromową, za pomocą złączy krzyżowych oraz linki miedzianej o przekroju min. 16 mm².

Dla zapewnienia ochrony przepięciowej strony AC dla falownika/ów zastosować ogranicznik przepięć, o maksymalnym napięciu trwałej pracy na każdą z faz wynoszącym nie mniej niż 255 V oraz o typie 2. Gdy w miejscu przyłączenia nie występuje istniejąca aparatura ograniczników przepięć konieczne jest zastosowanie ograniczników przepięć AC typu 1 i 2 (T1+T2).

Rezystancja uziemienia szyny wyrównawczej, do której podłączany zostaje ogranicznik przepięć powinna spełniać warunek $R \leq 10 \Omega$. Projektowaną szynę wyrównawczą uziemić przez połączenie żyły ochronnej (żo) kabla zasilającego, uziemionej w punkcie przyłączenia instalacji (istniejącego uziomu).

5. Uziemienia i połączenia wyrównawcze

Przy wykonywaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC, powinny być wspólne. Także nie należy wykonywać nieuziemionych połączeń wyrównawczych. Sposób wykonania połączenia wyrównawczego modułów fotowoltaicznych oraz ich konstrukcji wsporczej jest zależny od rodzaju instalacji odgromowej w jaką wyposażony jest obiekt:

- gdy budynek nie posiada ochrony odgromowej lub zachowany został odstęp izolacyjny (zgodnie z PN-EN-62305-3:2011) pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową. Połączenia należy wykonać przewodem o przekroju nie mniejszym niż 6 mm^2 , łącząc moduły fotowoltaiczne oraz ich konstrukcję wsporczą doprowadzając przewód do szyny wyrównawczej;
- gdy nie zostały zachowane odstępy izolacyjne pomiędzy instalacją modułów fotowoltaicznych, a instalacją odgromową, w danym przypadku połączenia należy wykonać przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm^2 oraz łącząc moduły fotowoltaiczne oraz ich konstrukcję wsporczą z instalacją odgromową obiektu przewodem o przekroju nie mniejszym niż 16 mm^2 .

Dla uziemienia ramki modułów PV, a konstrukcji stosować dedykowane podkładki uziemiające. Rezystancja uziemienia szyny wyrównawczej, powinna spełniać warunek rezystancji $R \leq 10 \Omega$, zgodnie z rysunkiem nr 02.

6. Instalacja odgromowa

Przy wykonywaniu instalacji – rozmieszczeniu modułów PV stosować się do wytycznych PN-EN-62305-3:2011, tzn. jeżeli odstęp separacyjny pomiędzy instalacją odgromową a konstrukcją wsporczą modułów PV nie został zachowany, należy zastosować odpowiednie środki opisane w rozdziale dt. ochrony przepięciowej instalacji oraz połączeń wyrównawczych. Przy jednoczesnym uwzględnieniu istniejącego poziomu ochronny (LPS) obiektu, względem projektowanej instalacji fotowoltaicznej, tzn. projektowana instalacja PV musi zostać objęta ochroną odgromową.

Na dzień wykonywania wizji lokalnej istniejąca instalacja odgromowa nie wykazywała degradacji. W ramach modernizacji, objęcia ochroną odgromową powierzchni projektowanych modułów PV ulokowanych na połaci północnej planowany jest montaż: 3 szt. iglic odgromowych AlMgSi, śr. 10/16 mm $h=2,5 \text{ m}$ + podstawa balastowa i mata PCV, montaż zgodnie z rysunkiem nr 03. Moduły PV zlokalizowane na połaci południowej objęte zostaną ochroną odgromową przez istniejące występy odgromowe zamontowane na istniejącej infrastrukturze technicznej połaci dachowej.

7. Rozdzielnice

Projektowaną aparaturę zabezpieczającą należy umieścić w rozdzielnicach natynkowych o klasie IP nie gorszej niż IP40 dla zastosowań wewnętrznych, bądź IP65 dla zastosowań zewnętrznych. Wraz z zastosowaniem oznaczeń odpowiednich dla danej rozdzielnic. Rozdzielnice główne instalacji PV montować w pobliżu falownika, zgodnie z rysunkiem nr 01 – ostateczne miejsce montażu Wykonawca ustali z Inwestorem na etapie realizacji inwestycji.

8. Ochrona ppoż.

Rozdzielnica główna budynku hali sportowej zasilana jest przez główny rozłącznik ppoż. dla danego budynku, z zintegrowaną cewką wyzwalającą powiązaną z istniejącymi przyciskami obwodów ppoż. Za miejsce przyłączenia instalacji zakłada się rozłącznik bezpiecznikowy w części zabezpieczeń odbiorów, rozdzielnic głównej budynku hali sportowej (objętej ochroną ppoż. głównego wyłącznika prądu), zgodnie z rysunkiem nr 02. Brak zasilania w budynku skutkuje zatrzymaniem pracy falownika z uwagi na zabezpieczenie przed pracą wyspową.

Jako dodatkową aktywną rozwiązania techniczne w celu ograniczenia ryzyka wystąpienia pożaru stosuje się: wyłącznik różnicowoprądowy (RCD) oraz zastosowanie optymalizatorów mocy ograniczających napięcie strony stałoprądowej (DC) do poziomu napięcia bezpiecznego, w sytuacji braku pracy falownika/zasilania.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna nie wpływa na zmianę warunków ochrony przeciwpożarowej obiektu w odniesieniu do zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz w odniesieniu dostępności i warunków do drogi pożarowej.

Zgodnie z ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2021 r. poz. 2351 z późn. zm.), Art. 29 ust. 4 pkt. 3 c) instalacje o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW stosuje się obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, zwany dalej „uzgodnieniem pod względem ochrony przeciwpożarowej”, projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej.

9. System monitoringu instalacji

W celu realizacji aktywnego monitoringu konieczne jest zapewnienie dostępu do sieci Internet do falownika. Zrealizowane zostanie to przez wykorzystanie: istniejącej bezprzewodowej sieci Wi-Fi lub istniejącej infrastruktury LAN – połączenie Ethernet. Niniejsze Wykonawca ustali z Inwestorem na etapie realizacji inwestycji.

10. Uwagi końcowe

- Przed przystąpieniem do prac montażowych, Wykonawca zobowiązany jest do wykonania dokumentacji wykonawczej, zawierającej m. in.:
 - plan wymiarowy oraz schemat instalacji, z uwzględnieniem ew. zmian stosowanych komponentów instalacji oraz aktualnymi na dzień wykonywania uzgodnieniami z Inwestorem;
- Roboty instalacyjno-montażowe wykonać zgodnie z Normami PN-IEC 30364, PN-EN 62305-1-4; PN-HD 60364-7-712, SEP-E-004; i Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
- Przy przekazywaniu obiektu do eksploatacji, Wykonawca obowiązany jest dostarczyć Inwestorowi dokumentację powykonawczą, a w szczególności:
 - dokumentację techniczną, uwzględniającą zmiany względem koncepcji wstępnej;
 - protokół badań rezystancji izolacji;
 - protokół badań skuteczności ochrony przeciwporażeniowej;
 - protokół pomiaru rezystancji uziemień;
 - certyfikaty lub deklaracje zgodności wydane dla wyrobów stosowanych w instalacjach elektrycznych;
 - uzupełnione zgłoszenie mikroinstalacji, wraz z załącznikami wymagane przez przynależnego OSD oraz zapewnić pomocą merytoryczną i formalną Inwestorowi;
 - wykonać instrukcję eksploatacji, wraz z danymi dostępowymi do systemu monitoringu instalacji oraz przeprowadzić przeszkolenie osób wyznaczonych przez Inwestora.

III. Zestawienie materiału

W poniższej tabeli zestawiono przykładowe główne komponent projektowanej instalacji fotowoltaicznej, przy założeniu zastosowania 125 szt. modułów fotowoltaicznych o mocy znamionowej 400 W. Przy doborze materiału należy stosować się do opisu niniejszej dokumentacji oraz towarzyszącej Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB)

Lp.	Nazwa	j. m.	Ilość
1	Moduł fotowoltaiczny o mocy znamionowej 400 W (Parametry zgodne z tabelą równoważności)	szt.	99
2	Falownik sieciowy o mocy znamionowej 33,30 kW (Parametry zgodne z tabelą równoważności)	szt.	1
3	Optymalizator mocy (Parametry zgodne z tabelą równoważności)	szt.	99
4	Dedykowana systemowa konstrukcja wsporcza PV – bezinwazyjna, o obciążeniu balastowym, ekspozycja „ekierka/trójkąt, 15 st.” oraz zgodna z wymaganiami opisu technicznego Umożliwiająca montaż 99 szt. modułów PV	komp.	1
5	Zew. rozdzielnica natynkowa min. IP65, 2x16 modułowa	szt.	1
6	Rozdzielnica natynkowa min. IP44, 1x12 modułowa	szt.	1
7	Rozdzielnica natynkowa min. IP44, 1x6 modułowa	szt.	1
8	Główna szyna uziemiająca (SW+akcesoria)	komp.	1
9	Bezpiecznikowy rozłącznik izolacyjny 3P, min. 100A	szt.	1
10	Wkładka bezpiecznikowa, WT-80A gG	szt.	3
11	Ogranicznik przepięć DC 1000 V, typ 1i2	szt.	3
12	Ogranicznik przepięć AC 3-fazowy, typ 1i2	szt.	1
13	Wyłącznik nad-prądowy 3P B63A	szt.	1
14	Wyłącznik różnicowo-prądowy 4P 100mA	szt.	1
15	Podstawa bezpiecznikowa DC (+ i -)	szt.	3
16	Wkładka bezpiecznikowa gPV 20A	szt.	6
17	Okablowanie DC – 1000 V, 10mm ²	m	549
18	Okablowanie AC – YKYżo 5x16mm ²	m	15
19	Linka poł. uziemiających i wyrównawczych - LgY 16mm ²	m	50
20	Złączki MC (+)i(-)	komp.	18
21	Peszel giętki UV 750N 25 lub 32 mm + akcesoria montażowe	m	275
22	Rura/Listwa instalacyjna dla okablowania DC + akcesoria montażowe	m	10
23	Iglica odgromowa AlMgSi, śr. 10/16 mm h=2,5 m + podstawa balastowa i mata PCV	komp.	3
24	Drut FeZn fi8 + akcesoria montażowe	m	10
25	Złącze krzyżowe – FeZn fi8	szt.	6

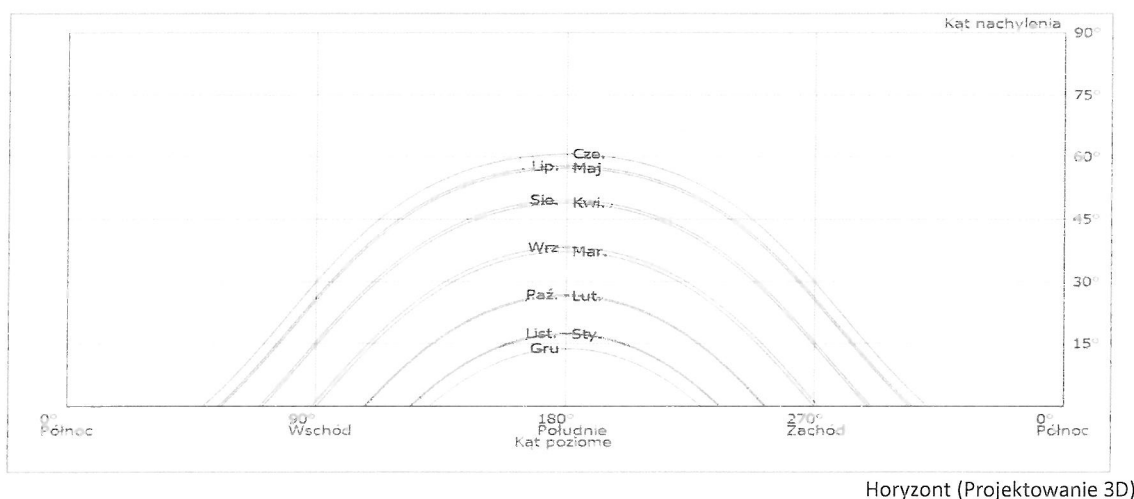
IV. Symulacja pracy instalacji

1. Model symulacyjny

Szacunkową produkcję w skali roku oszacowano na bazie przeprowadzonej symulacji komputerowej pracy instalacji w środowisku PVSol, na podstawie modelu zgodnego z poniższą tabelą.

Dane klimatyczne – Model symulacyjny w środowisku PVSol

Lokalizacja	Warszawa, POL (1991 - 2010)
Rozdzielczość danych	1 h
Zastosowane modele symulacji:	
- Promieniowanie rozproszone na powierzchni poziomej	Hofmann
- Nasłonecznienie powierzchni nachylonej	Hay & Davies



2. Wyniki symulacji pracy

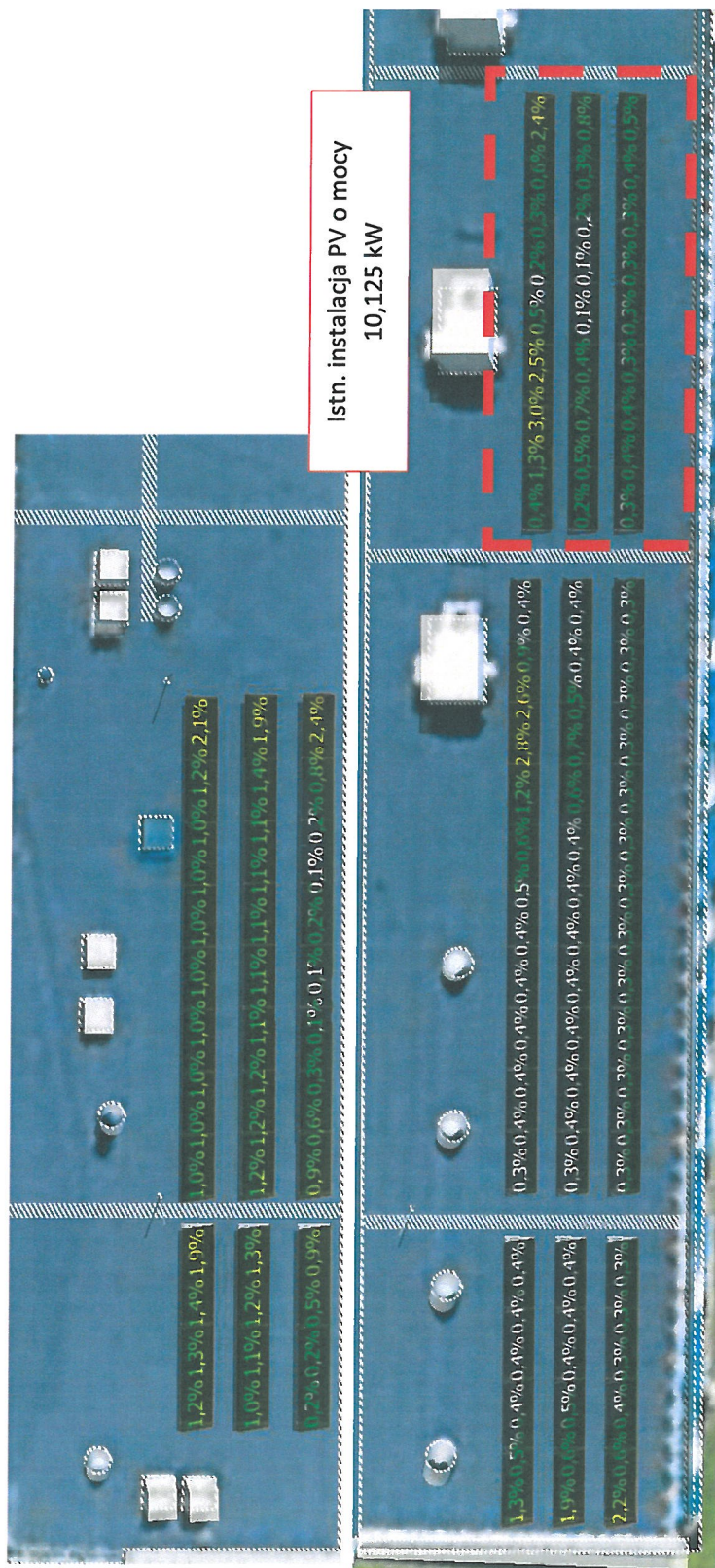
W poniższej tabeli zestawiono wyniki pracy instalacji w skali roku. Nie uwzględnia się spadku wydajności na przestrzeni lat z uwagi na degradację modułów fotowoltaicznych – wg. SWZ maksymalny spadek wydajności nie większy niż 83% na przestrzeni 25 lat.

Instalacja sumaryczna (zakres rozbudowy + istniejąca instalacja)

Moc generatora PV	49,725	kWp
Spec. uzysk roczny	1 021,47	kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	90,52	%
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	2,8	%
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	50 822	kWh/rok
Pobór falownika w trybie czuwania	29,0	kWh/rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	41 243	kg / rok
<i>Oszacowanie emisji dwutlenku węgla - 0,812 Mg CO₂/MWh w przypadku energii elektrycznej, na podstawie zgodnie z wytycznymi Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (energia elektryczna – współczynnik referencyjny dla KSE, energia cieplna – współczynnik dla ciepła sieciowego).</i>		

3. Prezentacja zacieniania powierzchni modułów PV w skali roku

Na poniższych ilustracjach zestawiono procentową wartości zacinienia powierzchni modułów PV w skali roku – wynikająca z istniejącej infrastruktury oraz obiektów zacieniających.



4. Bilans energetyczny instalacji

W poniższych tabelach zestawiono szczegółowy bilans energetyczny pracy instalacji.

Instalacja sumaryczna (zakres rozbudowy + istniejąca instalacja)

Promieniowanie globalne, poziomo

	1 067,73 kWh/m²	
Odchylenie od standardowego widma	-10,68 kWh/m ²	-1,00 %
Odbicie od gruntu (albedo)	3,70 kWh/m ²	0,35 %
Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych	68,76 kWh/m ²	6,48 %
Zacienienie niezależne od modułu	-3,19 kWh/m ²	-0,28 %
Odbicia na powierzchni modułu	-18,99 kWh/m ²	-1,69 %

Globalne nasłonecznienie na moduł

	1 107,34 kWh/m²
	1 107,34 kWh/m ²
x	243,641 m ²
=	269 793,60 kWh

Globalne nasłonecznienie PV

Zanieczyszczenie	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 20,45 %)	-214 624,67 kWh	-79,55 %

Znamionowa energia PV

	55 168,93 kWh	
Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu	-1 272,46 kWh	-2,31 %
Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia	-23,90 kWh	-0,04 %
Odchylenie od znamionowej temperatury modułu	-863,29 kWh	-1,60 %
Diody	-51,95 kWh	-0,10 %
Niedopasowanie (dane producenta)	0,00 kWh	0,00 %
Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)	0,00 kWh	0,00 %
Optymalizator mocy (przetwarzanie prądu DC/zregulowanie)	-682,39 kWh	-1,29 %

Energia PV (DC) bez regulacji falownika

	52 274,93 kWh	
Spadek mocy poniżej mocy początkowej DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja zakresu napięcia MPP	-29,32 kWh	-0,06 %
Regulacja maks. prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu DC	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu AC/cos phi	-17,65 kWh	-0,03 %
Adaptacja MPP	0,00 kWh	0,00 %

Energia PV (DC)

52 227,97 kWh

Energia na wejściu falownika

52 227,97 kWh

Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja z prądu DC na AC	-1 406,12 kWh	-2,69 %
Pobór w trybie czuwania (Falownik)	-29,06 kWh	-0,06 %
Straty całkowite w kablu	0,00 kWh	0,00 %

Energia PV (AC) odjęć zużycie podczas czuwania

50 792,79 kWh

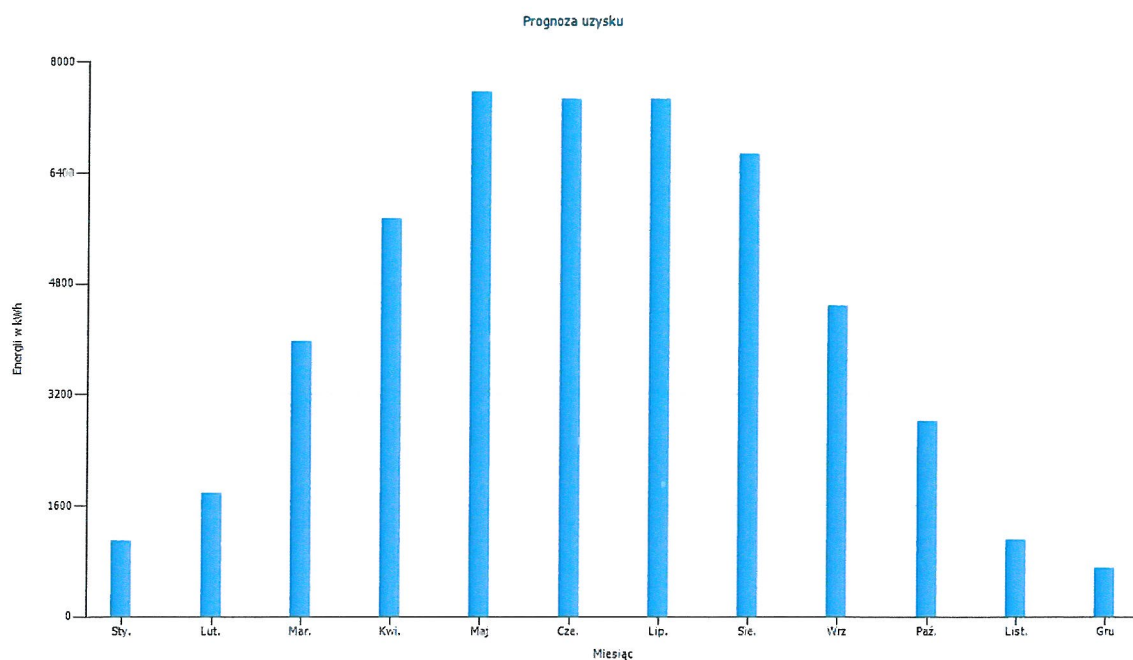
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)

50 821,85 kWh

5. Produkcja energii na przestrzeni miesięcy

Na poniższym wykresie zestawiono szacunkową produkcję energii elektrycznej z projektowanej instalacji fotowoltaicznej na przestrzeni miesięcy.

Instalacja sumaryczna (zakres rozbudowy + istniejąca instalacja)



V. Opis techniczny – część rysunkowa

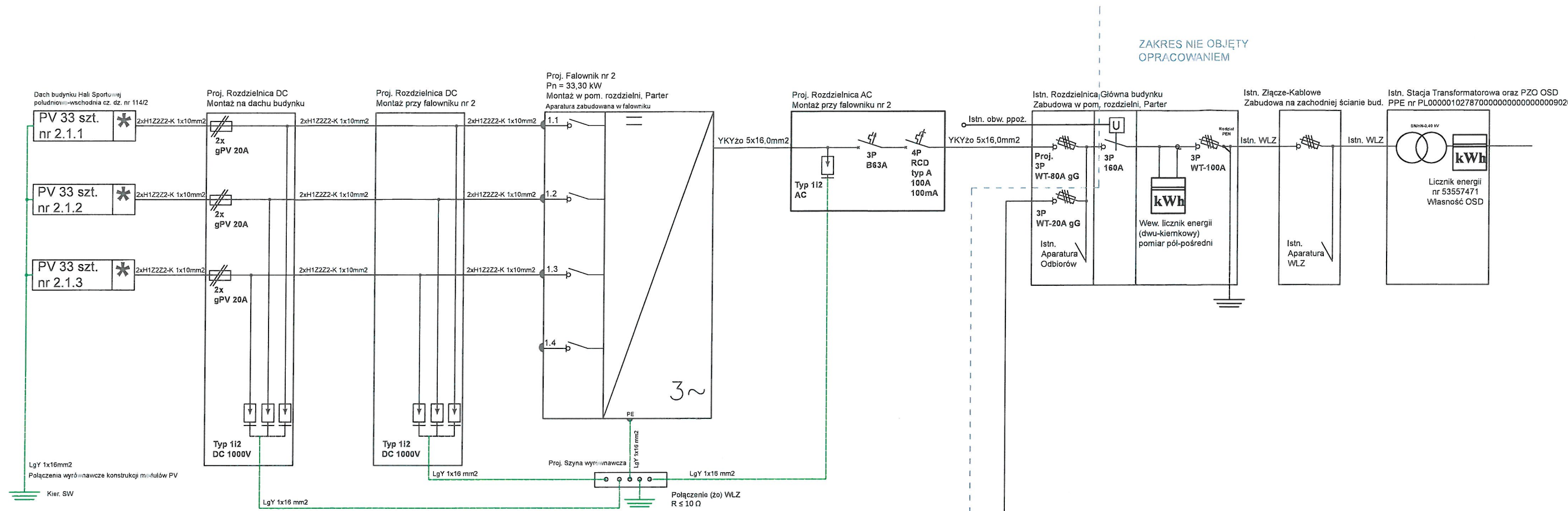
Spis rysunków:

- Rys. nr 01 – plan zagospodarowania terenu
- Rys. nr 02 – schemat ideowy instalacji
- Rys. nr 03 – plan wymiarowy
- Rys. nr 04 - konstrukcja wsporcza modułów PV

V. Opis techniczny – część rysunkowa

Spis rysunków:

- Rys. nr 01 – plan zagospodarowania terenu
- Rys. nr 02 – schemat ideowy instalacji
- Rys. nr 03 – plan wymiarowy
- Rys. nr 04 - konstrukcja wsporcza modułów PV



- UWAGI:
- Układ sieci projektowanej instalacji fotowoltaicznej nN-0,4 kV, TN-S.
 - Układ sieci zasilającej budynek objęty zakresem nN-0,4 kV, TN-C-S.
 - Istniejący układ pomiarowo rozliczeniowy dwu-kierunkowy (przyłączona istniejąca mikroinstalacja PV).
 - Uziemienie proj. szyny wyrównawczej o rezystancji $R \leq 10 \Omega$.
 - Nie stwierdza się konieczności wymiany istn. aparatury zabezpieczającej - selektywność zachowana.

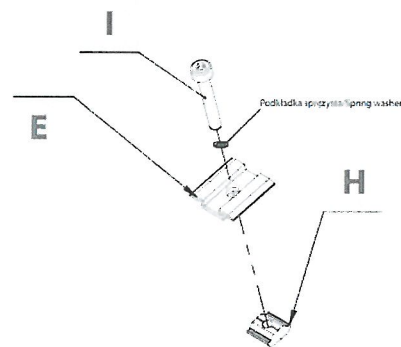
	Sazet sp. z o. o. Wólcin 239, 88-324 Jeziora Wielkie NIP: 5571703105 +48 ~735 ~246 546 biuro@sazet.com.pl	INWESTOR: SGGW w Warszawie, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa	SYGNATURA: mikroPV-SGGW -HalaSportowa
			FORMAT: A3
NAZWA: Dokumentacja techniczna rozbudowy mikroinstalacji fotowoltaicznej o moc 39,60 kW do mocy ~50,0 kW			SKALA: -
OBIEKT: Hala Sportowa SGGW w Warszawie, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa, Dz. nr 114/2 obręb [1012] Dzielnica Ursynów			NR RYS: 02
TYTUŁ RYSUNKU: Schemat ideowy instalacji			DATA: 18.09.2023
Projektant	inż. Aleksandra Janczak Nr upr. GT-III-7210/40/77 Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych		
Opracowujący	inż. Patryk Kulawiak nr OZE-W/03/000025/21 Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego instalatora odnawialnych źródeł energii: systemów fotowoltaicznych (PV)		

LEGENDA:

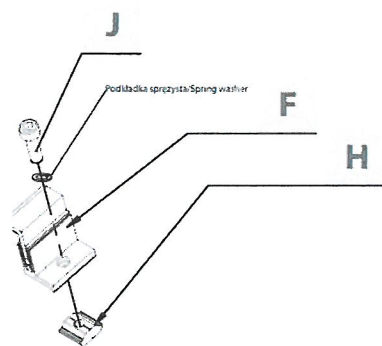
- Łańcuch modułów fotowoltaicznych
X - nr falownika,
Y- nr MPPT,
Z - nr łańcucha dla danego MPPT
Moduł fotowoltaiczny o mocy 400 W
Moduł fotowoltaiczny o mocy 375 W
Falownik sieciowy
1) istn. o mocy 10,0 kW
2) proj. o mocy 33,30 kW
* Optymalizator mocy,
montaż na każdym module PV

- Cewka wyzwalająca
 Wyłącznik różnicowoprądowy
 Wyłącznik nadprądowy
 Ogranicznik przepięć
 Rozłącznik izolacyjny

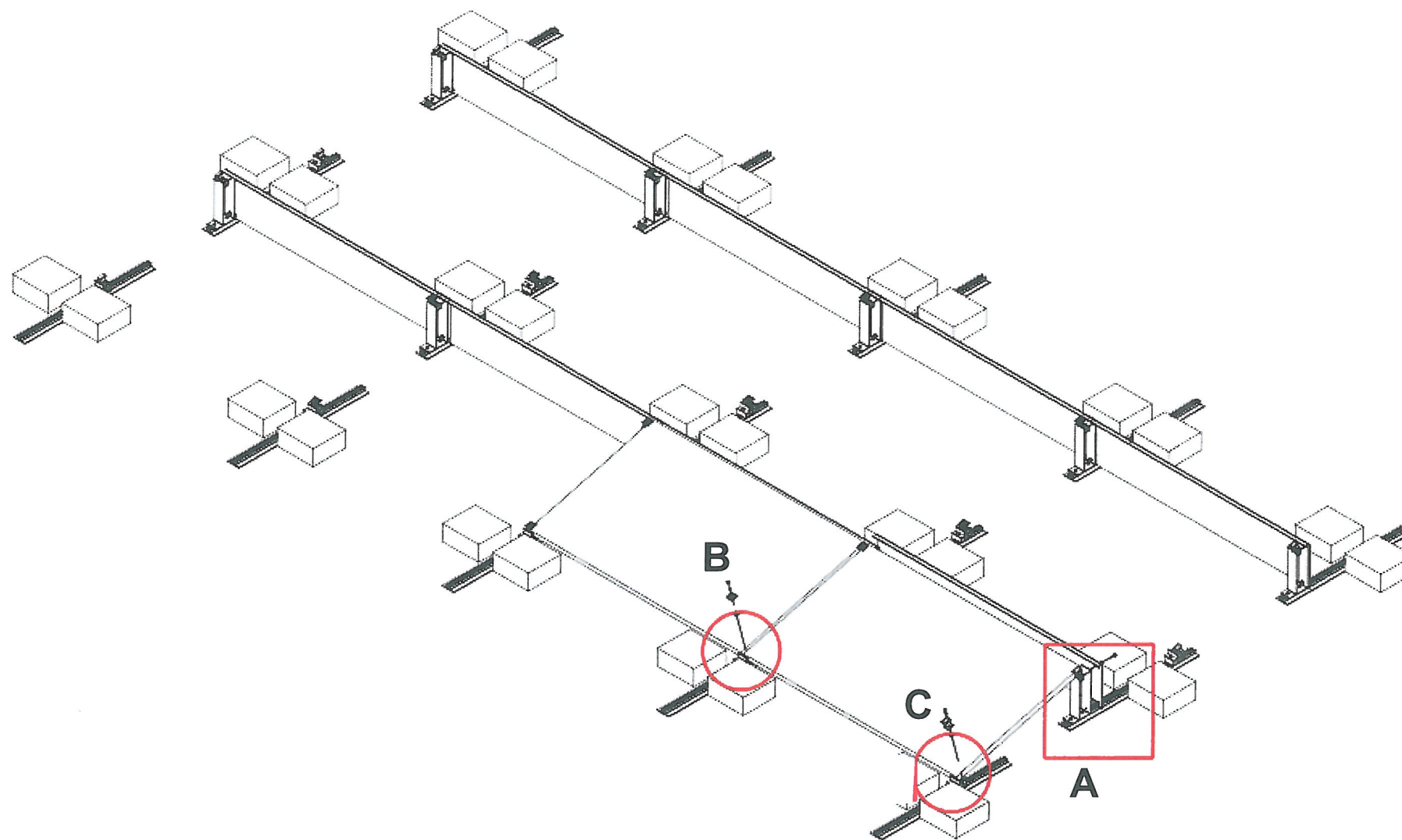
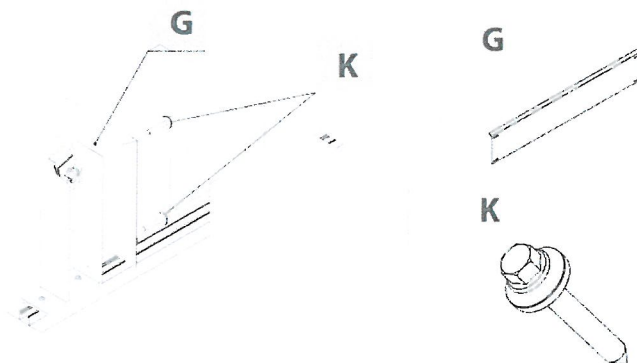
DETAL B:



DETAL C:



DETAL A:



UWAGI :

- Przyjmuje się wymiar modułów fotowoltaicznych: A: 1724 B:1134 C:30+5mm. Kąt nachylenia 15 st.
- Wykonać sztuk zgodnie z planami wymiarowymi.
- Stosować dedykowaną systemową konstrukcję wsporczą do montażu modułów fotowoltaicznych, z zaznaczeniem możliwości zastosowania konstrukcji innego producenta o parametrach nie gorszych niż zestawione w opisie technicznym.
- Stosować profile/szyny łączące rzędy modułów w spójną formę, zgodnie z planami wymiarowymi oraz opisem technicznym.
- Obciążenie balastowe wykonać w formie bloczków betonowych, rozmieszczonych w sposób równomierny na profilach/szynach konstrukcji wsporczej, zgodnie z instrukcją montażową danej konstrukcji wsporczej.
- Zabezpieczenia antykorozyjne zestawiono w opisie technicznym.

		Sazet sp. z o. o. Wólcin 239, 88-324 Jeziora Wielkie NIP: 5571703105 +48 ~735 ~246 546 biuro@sazet.com.pl	INWESTOR: SGGW w Warszawie, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa	SYGNATURA: mikroPV-SGGW -HalaSportowa
NAZWA: Dokumentacja techniczna rozbudowy mikroinstalacji fotowoltaicznej o moc 39,60 kW do mocy ~50,0 kW				FORMAT: A3
OBIEKT: Hala Sportowa SGGW w Warszawie, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa, Dz. nr 114/2 obręb [1012] Dzielnica Ursynów				SKALA: 1:40
TYTUŁ RYSUNKU: Konstrukcja wsporcza modułów PV				NR RYS: 03
DATA: 18.09.2023				
Projektant	inż. Aleksandra Janczak Nr upr. GT-III-7210/40/77 Uprawnienia budowlane do projektowanie bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych			
Opracowujący	inż. Patryk Kulawiak nr OZE-W/03/000025/21 Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego instalatora odnawialnych źródeł energii: systemów fotowoltaicznych (PV)			