ELEMENT NR 3A	**PROJEKT TECHNICZNY**	EGZ. NR 3

NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO	**BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA DACHU BUDYNKU O MOCY WYTWÓRCZEJ DO 150 KW**
ADRES INWESTYCJI	**IDENTYFIKATOR DZIAŁKI : 320101_1.0005.68** **JEDNOSTKA EWIDENCJI: MIASTO BIAŁOGARD** **OBRĘB: 005 MIASTO BIAŁOGARD; DZ. NR 68** **UL.ROGOWSKIEGO 2 78-200 BIAŁOGARD**
KATEGORIA	**VIII**
INWESTOR	**STANPOL SP. Z O. O.** **Ul. 3 MAJA 44, 76-200 SŁUPSK**
STADIUM	**PROJEKT TECHNICZNY**
JEDNOSTKA PROJEKTOWA	**FOTON OZE SP.Z O.O.** **ul. W. Korfantego 4B/11 76-200 Słupsk** **projektant prowadzący :** **mgr inż. Aleksandra Szewczyk** **tel.: 883-000-261 aszewczyk@foton-oze.pl**
DATA OPRACOWANIA	**11 KWIETNIA 2022 r.**

ZESPÓŁ PROJEKTOWY :

Zakres opracowania	Pełniona funkcja projektowa	Imię i nazwisko, specjalność i numer uprawnień budowlanych	Data opracowania	Podpis
Urządzenia techniczne elektryczne	*Projektant* *spec. uprawnień numer upr.*	***mgr inż. Aleksandra Szewczyk*** *uprawnienia do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych* *POM/0428/PWBE/21*	11.04.2022	
Urządzenia techniczne elektryczne	*Sprawdzający* *spec. uprawnnień numer upr.*	***mgr inż. Zbigniew Wójcik*** *uprawnienia do projektowania bez ograniczeń w specjalności* elektrycznej AN/8346/172/86	11.04.2022	

Spis treści

I. OŚWIADCZENIE ... 3

II. KOPIE DECYZJI O NADANIU PROJEKTANTOWI I SPRAWDZAJĄCEMU UPRAWNIEŃ BUDOWLANYCH W ODPOWIEDNIEJ SPECJALNOŚCI ORAZ KOPIE ZAŚWIADCZEŃ O WPISIE NA LISTĘ CZŁONKÓW WŁAŚCIWEJ IZBY SAMORZĄDU ZAWODOWEGO ... 4

III. CZĘŚĆ OPISOWA ... 9

1. Przedmiot opracowania ... 9
2. Zakres opracowania ... 9
3. Podstawa opracowania ... 10
4. Dane wyjściowe do projektowania ... 11
5. Projektowane urządzenia instalacji fotowoltaicznej ... 11

Panele fotowoltaiczne ... 11

Inwerter ... 12

6. Oprzyrządowanie elektryczne ... 14

Przewody ... 18

Konstrukcja wsporcza ... 19

Licznik energii elektrycznej ... 19

Monitoring pracy instalacji fotowoltaicznej ... 19

Oszacowanie uzysku energetycznego ... 19

Podstawowe elementy instalacji wchodzące w skład inwestycji ... 19

Zakres prac ... 20

IV. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA ... 21

Dobór instalacji fotowoltaicznej po stronie DC ... 21

Dobór instalacji fotowoltaicznej po stronie AC ... 22

V. CZĘŚĆ RYSUNKOWA ... 24

PV-01 Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej – etap 1 ...

PV-02 Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej – etap 2 ...

Załączniki ... 27

Koncepcja instalacji fotowoltaicznej – PV SOL ... 27

I. OŚWIADCZENIE

Słupsk, 11.04.2022 r.

OŚWIADCZENIE

Zgodnie z wymaganiem art. 34, ust. 3d, pkt. 3) ustawy z dnia 7 lipca 1994r. – Prawo budowlane oświadczam, że projekt techniczny **„BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA DACHU BUDYNKU O MOCY WYTWÓRCZEJ DO 150 KW”** został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

ZESPÓŁ PROJEKTOWY :

Zakres opracowania	**Pełniona funkcja projektowa**	**Imię i nazwisko, specjalność i numer uprawnień budowlanych**	**Data opracowania**	**Podpis**
Urządzenia techniczne elektryczne	*Projektant* *spec. uprawnień numer upr.*	***mgr inż. Aleksandra Szewczyk*** *uprawnienia do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych* *POM/0428/PWBE/21*	11.04.2022	
Urządzenia techniczne elektryczne	*Sprawdzający* *spec. uprawnnień numer upr.*	***mgr inż. Zbigniew Wójcik*** *uprawnienia do projektowania bez ograniczeń w specjalności* elektrycznej AN/8346/172/86	11.04.2022	

II. KOPIE DECYZJI O NADANIU PROJEKTANTOWI I SPRAWDZAJĄCEMU UPRAWNIEŃ BUDOWLANYCH W ODPOWIEDNIEJ SPECJALNOŚCI ORAZ KOPIE ZAŚWIADCZEŃ O WPISIE NA LISTĘ CZŁONKÓW WŁAŚCIWEJ IZBY SAMORZĄDU ZAWODOWEGO

~~WOJEWÓDZKIE BIURO PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO W SŁUPSKU~~

URZĄD WOJEWÓDZKI w SŁUPSKU WYDZIAŁ PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO, Urbanistyki Architektury i Nadzoru Budowlanego

Słupsk, dnia 14.10. 19 86 r.

Znak: AN/ 8346/172 86

STWIERDZENIE PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO

do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 4 ust.2 §7 i § 13 ust. 1 pkt. 4 lit.d rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 46) stwierdza się, że

Obywatel Zbigniew Wójcik
(wymienić imię — imiona i nazwisko)

magister inżynier elektryk
(wymienić tytuł zawodowy)

urodzony dnia 28.08.1958r. w Słupsku

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji

projektanta w specjalności instalacyjno - inżynieryjnej
(określić rodzaj funkcji)

w zakresie instalacji elektrycznych
(określić rodzaj specjalności techniczno-budowlanej lub specjalności zawodowej)

Obywatel: Zbigniew Wójcik jest upoważniony do:
(imię — imiona i nazwisko)

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

URZĄD WOJEWÓDZKI W SŁUPSKU

Z-CA DYREKTORA WYDZIAŁU

Otrzymuje:
Zbigniew Wójcik
(strona) (podpis z podaniem imienia, nazwiska i stanowiska służb.)

Sk 3410/2000/83.

POMORSKA OKRĘGOWA
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
80-369 Gdańsk, al. Rzeczypospolitej 4/155
tel. 58 324-89-77, fax 58 301-44-98
-4-

Gdańsk, dnia 27 grudnia 2021 r.

sygn. akt. 346/POM/OKK/21

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (t. j. Dz. U. z 2019 r. poz. 1117 ze zm.) i **art. 12 ust. 2, ust. 3 i ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 4c, art. 15a ust. 1 i ust. 22** ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2020 r. poz. 1333 ze zm.) i art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (t. j. Dz. U. z 2021 r., poz. 735 ze zm.), po ustaleniu, że spełnione zostały warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym,

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
stwierdza, że:

Pani Aleksandra Paulina Szewczyk
magister inżynier elektrotechniki
urodzona dnia 22.08.1989 r. w Słupsku

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny: POM/0428/PWBE/21

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

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pani Aleksandra Paulina Szewczyk upoważniona jest:

Na podstawie art. 12 ust.1 pkt 1-5, art. 13 ust. 3 i 4, art. 15a ust. 1 i ust. 22 ustawy Prawo budowlane (t. j. Dz. U. z 2020 r., poz. 1333 ze zm.), w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych, bez ograniczeń do:

a) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i technicznych oraz sprawowania nadzoru autorskiego,
b) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
c) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
d) wykonywania nadzoru inwestorskiego,
e) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych,
f) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności niniejszych uprawnień,
g) projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym, takim jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne, sieci trakcyjne metra, wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej, sieci trakcyjne metra oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

Pouczenie

Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Gdańsku, w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.
Zgodnie z treścią art.127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 735 ze zm.):
§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.
§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.
W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

PRZEWODNICZĄCY
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Marek Wesołowski

ZASTĘPCA PRZEWODNICZĄCEGO
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
mgr inż. Maciej Malinowski

CZŁONEK
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
mgr inż. Marcin Burzyński

Otrzymują:
1.Wnioskodawca
2.Okręgowa Rada Izby
3.Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4.a/a

POLSKA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

POM-L48-VXD-UYL *

Pan Zbigniew Wójcik o numerze ewidencyjnym POM/IE/5424/01

adres zamieszkania ul.Piłsudskiego 5B/2, 76-200 Słupsk

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

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-01-01 do 2022-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-12-06 roku przez:

Franciszek Rogowicz, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

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

Podpis jest prawidłowy

POLSKA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

POM-AR8-ITC-MST *

Pani Aleksandra Paulina Szewczyk o numerze ewidencyjnym POM/IE/0009/22
adres zamieszkania Modlinek 19 a, 76-270 Ustka
jest członkiem Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-02-01 do 2023-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-02-01 roku przez:

Franciszek Rogowicz, Przewodniczący Rady Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub

III. CZĘŚĆ OPISOWA

OPIS TECHNICZNY PROJEKTU TECHNICZNEGO INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny branży elektrycznej instalacji fotowoltaicznej on-grid o mocy łącznej do 150 kWp do granicy AC instalacji fotowoltaicznej. Panele planuje się zamontować na terenie dz.nr 68 ; 69 ; 70/1 ; 70/2 obręb 320101_10005 miasto Białogard. Instalacja fotowoltaiczna ma zostać podłączona do instalacji elektrycznej zakładu przetwórstwa ryb STANPOL.

Instalacja ma służyć wytwarzaniu energii elektrycznej na częściowe pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną kotłowni. W instalacji nie planuje się możliwości magazynowania energii elektrycznej. Podczas zaniku napięcia z sieci elektroenergetycznej instalacja fotowoltaiczna zostanie odłączona, obiekt pozostaje bez zasilania.

Instalacje planuje się realizować w dwóch etapach :

- ETAP 1 instalacja fotowoltaiczna o mocy 49,5 kW – mikroinstalacja nie wymagająca pozwolenia na budowę ;
- ETAP 2 instalacja fotowoltaiczna o mocy 99,0 kW

Łączna moc instalacji fotowoltaicznej wynosić będzie 148,5 kW.

2. Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje dokumentację techniczną instalacji fotowoltaicznej składająca się na:

- dobór mocy paneli fotowoltaicznych,
- dobór inwertera,
- dobór zabezpieczeń elektrycznych strony DC i AC instalacji,
- określenie miejsca montażu elementów instalacji.

Dobrane w opracowaniu elementy instalacji stanowią rozwiązania przykładowe. Parametry tych urządzeń posłużyły do kalkulacji uzysków energetycznych oraz doboru zabezpieczeń. W rzeczywistości należy zastosować elementy instalacji o równoważnych lub nie gorszych parametrach niż przyjęte w opracowaniu.

UWAGA:

W skład niniejszej dokumentacji projektowej nie wchodzi zakres branży konstrukcyjnej dotyczący w szczególności:

- obliczeń wytrzymałości budynków pod kątem zabudowy instalacji fotowoltaicznej wraz z konstrukcją,
- obliczeń konstrukcyjnych dotyczących konstrukcji instalacji fotowoltaicznej.

3. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania były:

- uzgodnienia z Inwestorem,
- mapa do celów projektowych - skala 1 : 500,
- koncepcja wykonana osobiście i zaakceptowana przez Zamawiającego,
- wizja lokalna,
- obowiązujące przepisy i normy a w szczególności:
    - **PN-IEC 60364-5-523: 2001** Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalności prądowe długotrwałe przewodów
    - **PN-IEC 60364-4-43:1999** Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed prądem przetężeniowym
    - **PN-HD 60364-4-41:2009** Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym
    - **PN-IEC 60364-4-42:1999** Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego
    - **PN-EN 62852:2015-05** – Złącza DC stosowane w systemach fotowoltaicznych – Wymagania bezpieczeństwa i badania
    - **PN-EN 61439-2:2011** – Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe – Część 2: Rozdzielnice i sterownice do rozdziału energii elektrycznej
    - **PN-EN 50565-1:2014-11** – Przewody elektryczne – Wytyczne stosowania przewodów na napięcie znamionowe nieprzekraczające 450/750 V(U)/U) – Część 1: Wskazówki ogólne

- **PN-EN 50618:2015-03** – Kable i przewody elektryczne do systemów fotowoltaicznych
- **PN-EN 62446-1:2016-08** – Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania – Część 1: Systemy podłączone do sieci – dokumentacja, odbiory i nadzór
- **IEC 62446-2** – Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania – Część 2: Systemy podłączone do sieci – Konserwacja systemów PV
- **PN-HD 60364-7-712:2016-05** – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7-7-12: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.

4. Dane wyjściowe do projektowania

Danymi wyjściowymi do projektowania instalacji fotowoltaicznej była dostępność miejsca montażu paneli fotowoltaicznych na obszarze dachu zakładu oraz szacowane roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną obiektu.

Projektuje się system składający się z 330 szt. paneli fotowoltaicznych montowanych na konstrukcji wsporczej balastowej. Orientacja systemu na południe. Panele lokalizuje się uwzględniając ustawienie najbardziej korzystne pod względem uniknięcia zacienienia oraz możliwości największego uzysku energetycznego.

Inwestor zaleca aby instalacja fotowoltaiczna produkowała energię na cele częściowego pokrycia zapotrzebowania obiektu na energię elektryczną. W instalacji nie planuje się możliwości magazynowania energii elektrycznej. Instalację należy podłączyć do rozdzielni elektrycznej obiektu - zgodnie ze schematem na rys. PV-01 oraz PV-02.

Łączna moc paneli fotowoltaicznych wynosi 148,5 kWp.

Dla powyższych założeń technicznych dobrano i obliczono parametry instalacji fotowoltaicznej.

5. Projektowane urządzenia instalacji fotowoltaicznej

Panele fotowoltaiczne

Dla instalacji fotowoltaicznej dobiera się panele monokrystaliczne o mocy 450 Wp. W Tabeli 1 przedstawiono dane techniczne modułu fotowoltaicznego. Dane te posłużyły do przeprowadzenia obliczeń. Należy zastosować panele o parametrach nie gorszych niż

przedstawione w projekcie. Projektowane moduły powinny być zgodne z normą PN-EN 61215:2005.

Tabela 1. Przykładowe dane techniczne modułu fotowoltaicznego 450 W.

Moduł fotowoltaiczny 450 W		technologia monokrystaliczna
Moc maksymalna	P_{max}[W]	450,00
Napięcie obwodu otwartego	V_{oc}[V]	49,70
Napięcie mocy maksymalnej	V_{max} [V]	41,82
Prąd zwarcia	I_{sc}[A]	11,36
Natężenie prądu mocy maks.	I_{max}[A]	10,84
Klasa stosowania	[-]	A
Wydajność	[%]	20,20
Współczynnik temperaturowy I_{sc}	$\alpha(I_{sc})$ [%/K]	0,04
Współczynnik temperaturowy U_{oc}	$\beta(U_{oc})$ [%/K]	-0,27
Współczynnik temperaturowy P_{max}	[%/K]	-0,35
Ilość diod bypass	[szt.]	3
Stopień ochrony puszki przyłączeniowej	-	IP 68
Wymiary	[mm]	2120 x 1052 x 40
Waga	[kg]	25,00
Konektory		MC4

Należy optymalizować połączenia elektryczne paneli w stringi by uzyskać odpowiednie parametry pracy. W instalacji projektuje się 330 szt. paneli fotowoltaicznych z montowanym na każdym panelu optymalizatorem mocy.

Inwerter

W instalacji fotowoltaicznej należy zastosować inwerter mający na celu przetworzenie prądu stałego z wyjścia paneli na prąd przemienny sieci elektroenergetycznej. Zastosowany inwerter powinien charakteryzować się stopniem ochrony minimum IP65, uwzględniając

montaż wewnątrz budynku. Inwerter powinien zostać wyposażony w system umożliwiający pomiar izolacji w części DC, pozwalający wyeliminować uszkodzenia w oprzewodowaniu paneli fotowoltaicznych jak również w samych panelach dając wysokie bezpieczeństwo użytkowania.

Dla planowanej inwestycji dobrano inwerter trójfazowy sieciowy o mocy 25,00 kW, projektuje się 6 szt inwertera. Inwerter powinien posiadać wbudowany odłącznik strony DC instalacji, a także umożliwiać lokalną prezentację danych dotyczących produkcji energii elektrycznej. W Tabeli 2 podano podstawowe dane techniczne przykładowego inwertera dobranego w instalacji.

Tabela 2. Dane techniczne inwertera trójfazowego 25,00 kW.

Inwerter typ	**trójfazowy**	
	beztransformatorowy	
Moc strona DC	25,00	kW
Moc znamionowa AC	33,75	kW
Maksymalny prąd wejściowy	MPPT 1	
	37,00	A
Maksymalny prąd wyjściowy	38,00	A
Sprawność	98,00	%
Maksymalne napięcie DC	900,00	V
Wymiary	775 x 315 x 260	mm
Waga	45	kg
Stopień ochrony	IP65	-
Pomiar izolacji DC	TAK	-
Wbudowany odłącznik DC	TAK	-

W instalacji projektuje się montaż inwertera w pomieszczeniu technicznym. Przewody z paneli fotowoltaicznych należy poprowadzić do inwertera wzdłuż krawędzi dachu w rurze

ochronnej. Przewody od inwertera do rozdzielni elektrycznej obiektu należy poprowadzić n/t w rurze ochronnej.

Dla takiej lokalizacji inwertera przeprowadzono obliczenia oprzyrządowania elektrycznego instalacji fotowoltaicznej.

6. Oprzyrządowanie elektryczne

Zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej

a) Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa instalacji realizowana będzie poprzez izolację przewodów łączeniowych w instalacji. Przewody instalacji fotowoltaicznej zostaną poprowadzone w rurach grubościennych. Wszystkie zabezpieczenia strony DC i strony AC zostaną umieszone w skrzynkach utrudniających bezpośredni dostęp. Falownik w 1 klasie ochronności, w celu ochrony przed dotykiem pośrednim zostanie przyłączony do przewodu ochronnego instalacji elektrycznej.

b) Ochrona przeciwprzepięciowa

Ochrona przeciwprzepięciowa realizowana będzie poprzez zastosowanie ograniczników przepięć zamontowanych po stronie DC i AC instalacji. Po stronie DC powinno zastosować się ograniczniki typu I. Po stronie AC należy zastosować ogranicznik typu I.

c) Ochrona przetężeniowa i zwarciowa

Jako ochrona przetężeniowa i zwarciowa po stronie inwertera zastosowany zostanie wyłącznik nadprądowy charakterystyce B dla inwertera 25,00 kW – 40 A. Wyłącznik projektuje się w rozdzielnicy RG AC.

d) Ochrona przeciwpożarowa

W instalacji fotowoltaicznej zabezpieczenie przeciwpożarowe realizowane będzie poprzez zastosowanie w systemie optymalizatorów mocy. Optymalizator mocy jest konwerterem DC/DC, który jest instalowany do każdego modułu fotowoltaicznego. Optymalizatory mocy zwiększają moc wyjściową systemów fotowoltaicznych poprzez ciągłe śledzenie maksymalnego punktu mocy (MPPT) każdego modułu osobno. Optymalizator umożliwia utrzymanie wysokiego napięcia w obwodzie co przekłada się na zwiększoną wydajność falownika. Optymalizatory mocy monitorują wydajność każdego modułu i przesyłają dane o wydajności do portalu monitoringu w celu zapewnienia lepszej, efektywniejszej obsługi

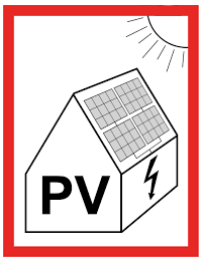
systemu na poziomie modułu. Każdy optymalizator mocy jest wyposażony w unikalną funkcję SafeDC, która automatycznie odcina napięcie DC modułów po każdym wyłączeniu falownika lub sieci. MPPT na moduł pozwala na elastyczne projektowanie instalacji z wieloma orientacjami, nachyleniami i typami modułów w tym samym łańcuchu. Optymalizatory mocy pełnią funkcję zabezpieczenia przeciwpożarowego poprzez obniżanie napięcia na każdym stringu do bezpiecznego napięcia DC. Instalacja fotowoltaiczna wyposażona w optymalizatory na każdym panelu pozwala na bezpieczne i wydajne użytkowanie systemu fotowoltaicznego

W celu właściwej informacji należy zamieścić ostrzeżenie informujące o obecności instalacji fotowoltaicznej, np. dla osób zajmujących się konserwacją sprzętu, inspektorów, operatorów publicznych sieci rozdzielczych i służb ratowniczych.

Znak powinien być umieszczony:

- w złączu instalacji elektrycznej,
- w miejscu pomiaru – jeśli jest oddalony od złącza,
- w jednostce odbiorcy lub w tablicy rozdzielczej, do której podłączone jest zasilanie z falownika.

Wzór znaku informującego o obecności na budynku instalacji fotowoltaicznej (zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712:2016-05 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7-7-12: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania):



Dla instalacji fotowoltaicznej należy stosować dedykowane urządzenia i układy automatyki zabezpieczeniowej. Przewody powinny być dobrane spełniając wymagania normy PN-HD 60364-7-712:2016-05 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7-7-12: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.

Instalację fotowoltaiczną należy używać zgodnie z instrukcją określoną przez producenta, a także poddawać przeglądom/konserwacjom w sposób oraz terminach określonych przez producenta. Wszystkie elementy/urządzenia zastosowane w instalacji PV muszą posiadać odpowiednie atesty/aprobaty potwierdzające możliwość ich zastosowania.

Na obiekcie należy umieścić wyraźną informację o wyposażeniu obiektu w instalację PV. Informacja ta powinna być zlokalizowana w miejscu łatwo widocznym dla ekip ratowniczo – gaśniczych.

Po wykonaniu montażu systemu fotowoltaicznego należy zaktualizować instrukcję bezpieczeństwa pożarowego dla obiektu zgodnie z zakresem inwestycji.

Wymagana minimalna klasa CPR kabli i przewodów w obiekcie:

- budynek (poza drogami ewakuacyjnymi) - klasa Eca
- drogi ewakuacji -klasa CPR - B2ca-s1b, d1, a1

Poniżej wskazano wytyczne dotyczące montażu i serwisu instalacji fotowoltaicznej uwzględniające zabezpieczenia w zakresie ochrony przeciwpożarowej :

Wykonywanie połączeń za pomocą szybkozłączek

Podczas montażu instalacji fotowoltaicznej należy pamiętać o korzystaniu z szybkozłączek tego samego typu i producenta. Ryzykowną sytuacją jest połączenie przez instalatora dwóch różnych typów szybkozłączek, ponieważ istnieje poważne zagrożenie wystąpienia łuku elektrycznego. Nieprawidłowe zastosowanie szybkozłączek po stronie DC może przyczynić się do powstania zagrożenia pożarowego.

Badania termowizyjne

Zaleca się przeprowadzanie okresowych inspekcji przeprowadzonych kamerą termowizyjną, które pozwalają dostrzec gorące punkty, wskazujące na uszkodzenie badanego elementu. W ten sposób można przedwcześnie wykryć miejsce, w którym wysoka temperatura mogłaby doprowadzić do zainicjowania pożaru. Niektóre elementy instalacji fotowoltaicznej , takie jak: szybkozłączki przy falowniku i rozdzielnicach DC, ogniwa PV, czy falownik, ze względu na swoją naturalnie wysoką temperaturę nie powinny być umieszczone przy materiałach palnych.

Pomiary elektryczne

Zaleca się przeprowadzanie okresowych pomiarów elektrycznych instalacji fotowoltaicznej. W kwestiach ochrony przeciwpożarowej istotnymi pomiarami są: pomiar rezystancji izolacji oraz pomiar ciągłości izolacji. Wyniki badania muszą mieścić się w założonych wartościach, co gwarantuje poprawne wykonanie wszystkich połączeń. Zalecane jest wykonywanie pomiarów rezystancji izolacji po stronie DC, a także AC.

Momenty dokręcenia

Aparaty elektryczne szczególnie po stronie stałoprądowej muszą być dokręcone z odpowiednim momentem, który zminimalizuje wystąpienie łuku elektrycznego. Skutkiem takiego zachowania może być uszkodzenie przewodu w miejscu łączenia (zbyt mocne dokręcenie) albo wzrost rezystancji połączenia (zbyt luźne dokręcenie).

Ochrona kabli i przewodów

Odpowiednie ułożenie kabli i przewodów jest podstawą w niwelowaniu zagrożenia pożarem. Bardzo ważnym aspektem jest odpowiednie ich prowadzenie oraz zabezpieczenie. Wymagane jest luźne ułożenie, bez obciążeń mechanicznych oraz poddawanie naprężeniom. Niewskazane jest układanie na szorstkim podłożu i kontakt z ostrymi krawędziami.

Odpowiednie narzędzia

Kluczową kwestią w temacie wykonywania połączeń jest stosowanie odpowiednich, dedykowanych narzędzi. Tylko profesjonalne narzędzia pozwalają na wykonywanie instalacji na wysokim poziomie bezpieczeństwa. Narzędzia te, w rękach doświadczonego instalatora, pozwalają przyczynić się do znacznego zwiększenia bezpieczeństwa całego układu.

Oznaczenia instalacji PV

W razie niebezpieczeństwa bardzo ważne jest szybkie zweryfikowanie umiejscowienia elementów instalacji. W tym aspekcie kluczowe jest odpowiednie oznakowanie, które umieszcza się w odpowiednich miejscach. Jest to także pomocne przy pracach serwisowych przy instalacji, a także przy zwykłej eksploatacji.

Przeglądy serwisowe

Zaletą instalacji fotowoltaicznej jest jej bezobsługowość. Jednak dla utrzymania bezpiecznej i prawidłowej pracy, wymagane jest przeprowadzanie okresowych przeglądów. Niektóre przeglądy może wykonywać inwestor, jednak ważną sprawą jest dokonywanie regularnych, kompleksowych przeglądów przez doświadczonych serwisantów bądź instalatorów. Przeglądy elementów instalacji muszą odbywać się w określonych wcześniej odstępach czasowych.

Wszystkie zabezpieczenia należy umieścić w rozdzielnicach połączeniowo-ochronnych służących odpowiedniemu zabezpieczeniu elementów elektrycznych instalacji.

Dobór zabezpieczeń instalacji fotowoltaicznej przedstawiono w części obliczeniowej opracowania.

Przewody

Strona DC

Panele fotowoltaiczne należy łączyć przeznaczonym do instalacji przewodem solarnym oraz złączkami systemowymi kategorii MC4 lub równoważnymi. Przewód solarny powinien cechować się podwyższoną odpornością na uszkodzenia mechaniczne i warunki atmosferyczne, odpornością na podwyższoną temperaturę pracy oraz odpornością na promieniowanie UV. Całość przewodów powinna być prowadzona na dachu w rurach grubościennych. Luźne odcinki przewodów należy przymocować do konstrukcji wsporczej instalacji przy pomocy opasek kablowych odpornych na promieniowanie UV. Złączki MC4 powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą.

Po stronie stałoprądowej projektuje się przewód o przekroju 4 mm^2. Dobór przekroju przedstawiono w części obliczeniowej opracowania.

Minimalne wymagania dotyczące przewodów solarnych:

- II klasa ochrony,
- zakres temperatur pracy: -40°C do 120°C,
- podwójna izolacja,
- odporne na promieniowanie UV i działanie warunków atmosferycznych.

Strona AC

Przewody AC należy wykonać za pomocą przewodów elektrycznych o przekrojach dobranym w projekcie. Obliczenia przekroju przewodów po stronie AC przedstawiono w części obliczeniowej opracowania. Trasy układania przewodów ustalić z Inwestorem na etapie wykonawczym.

Konstrukcja wsporcza

Projektuje się instalację umieszczoną na konstrukcji wsporczej wykonanej z aluminium i stali nierdzewnej. System montażowy powinien być systemem dedykowanym do instalacji fotowoltaicznych. Cała konstrukcja w celu uniknięcia występowania różnic potencjałów powinna być podłączona do lokalnej szyny połączeń wyrównawczych. Należy wykonać połączenia wyrównawcze całej konstrukcji.

Licznik energii elektrycznej

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej zaplanowano wykorzystanie licznika energii elektrycznej wbudowanego w falownik. Licznik wytworzonej energii elektrycznej umożliwia gromadzenie i lokalną prezentację danych oraz umożliwia podłączenie modułu komunikacyjnego do przesyłania danych.

Monitoring pracy instalacji fotowoltaicznej

W instalacji należy wykonać i podłączyć system monitoringu instalacji fotowoltaicznej. W systemie należy zainstalować stację pogodową umożliwiającą weryfikacje warunków atmosferycznych pracy systemu. Wszystkie dane pomiarowe powinny być dostępne na jednej platformie cyfrowej.

Oszacowanie uzysku energetycznego

Dla dobranych elementów instalacji, uwzględniając lokalizację i usytuowanie paneli przeprowadzono w oprogramowaniu PV SOL PREMIUM symulację całorocznych uzysków energetycznych. Zgodnie z symulacją roczny uzysk energii z planowanej instalacji oszacowano na 147 MWh/rok.

Podstawowe elementy instalacji wchodzące w skład inwestycji

Elementy instalacji fotowoltaicznej:

- panele fotowoltaiczne 450 Wp 330 szt.
- falownik trójfazowy 6 szt.,

- przewody DC i AC,
- zabezpieczenia instalacji strona DC i AC,
- konstrukcja montażowa,
- system monitoringu pracy instalacji wraz ze stacją pogodową,
- ogrodzenie instalacji.

Zakres prac

Zakres prac instalacyjnych obejmuje:

- wykonanie montażu instalacji fotowoltaicznej w lokalizacji wskazanej na etapie wykonawczym,
- montaż inwertera oraz oprzyrządowania elektrycznego instalacji fotowoltaicznej wg rozmieszczenia opisanego w projekcie,
- podłączenie całej instalacji zgodnie ze schematem w projekcie.

IV. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

Dobór instalacji fotowoltaicznej po stronie DC

A) Maksymalna liczba modułów łączonych szeregowo

1. Obliczenie maksymalnej liczby modułów wg napięcia maksymalnego pracy inwertera

Maksymalne napięcie wejściowe inwertera U_{max}= 900 V

V_{oc-25} - napięcie obwodu otwartego w ekstremalnie niskich temperaturach

V_{oc-25}= 42,94 V

Maksymalna liczba modułów połączona szeregowo

$N_{szer,max}$= 20,96

Wnioski:

Maksymalna liczba modułów połączona szeregowo wynosi: 20,00 szt.

B) Podstawowe parametry elektryczne w zależności od zmiany temperatury

		INWERTER I1	INWERTER I2	INWERTER I3	INWERTER I4	INWERTER I5	INWERTER I6
	Ilość stringów	3	4	3	4	3	4
	Ilość paneli w stringu	18	14	18	14	18	14
	temperatura [°C]						
Napięcie U [V]	**-20**	1004,10	780,97	1004,10	780,97	1004,10	780,97
	25	894,60	695,80	894,60	695,80	894,60	695,80
	70	785,10	610,63	785,10	610,63	785,10	610,63
Natężenie I [A]	**-20**	33,41	44,54	33,41	44,54	33,41	44,54
	25	34,08	45,44	34,08	45,44	34,08	45,44
	70	34,75	46,34	34,75	46,34	34,75	46,34

Dobór instalacji fotowoltaicznej po stronie AC

A) Zabezpieczenia strony AC

1. Dobór wyłącznika nadprądowego po stronie AC

Maksymalny prąd płynący z falownika $I_{ac,max}$= 38,00 A

	Inwerter I1	Inwerter I2	Inwerter I3	Inwerter I4	Inwerter I5	Inwerter I6
$I_{ac,max}$=	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00

$I_{ac,max}$ ≤ I_n ≤ I_z

Dobrano wyłączniki nadprądowe:

Inwerter I1	Inwerter I2	Inwerter I3	Inwerter I4	Inwerter I5	Inwerter I6
40 A	40 A	40 A	40 A	40 A	40 A

2. Dobór ogranicznika przepięć po stronie AC

Napięcie w punkcie mocy maksymalnej U_{max}= 400 V

	Inwerter I1	Inwerter I2	Inwerter I3	Inwerter I4	Inwerter I5	Inwerter I6
U_{max}=	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
1,2U_{max}=	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00
U_{CPV}=	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00

U_{CPV} ≥ 1,2U_{max}

Dla inwertera dobrano wartość napięcia ograniczników przepięć U_{CPV}=600V. Po stronie AC projektuje się ogranicznik przepięć typu 1.

B) Dobór przekroju przewodu strony AC

	Inwerter I1 - RG PV	**Inwerter I2 - RG PV**	**Inwerter I3 - RG PV**	**Inwerter I4 - RG PV**	**Inwerter I5 - RG PV**	**Inwerter I6 - RG PV**
Natężenie na wyjsciu [A]:	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00
Moc na wyjsciu [W]:	24300,00	25200,00	24300,00	25200,00	24300,00	25200,00
Napięcie na wyjsciu [V]:	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00

Długość przewodów [m]:	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Konduktywność [m/Ωmm^2]:	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
Dobrano przekrój przewodu [mm^2]:	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Spadek napięcia ΔU% :	**0,23%**	**0,23%**	**0,23%**	**0,23%**	**0,23%**	**0,23%**
Dobrano przewód:	Cu 5 x 10mm2	Cu 5 x 10mm2	Cu 5 x 10mm2	Cu 5 x 10mm2	Cu 5 x 10mm2	Cu 5 x 10mm2

Opracowała: **mgr inż. Aleksandra Szewczyk**

V. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

PV-01 Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej – etap 1

PV-02 Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej – etap 2

Załączniki

Koncepcja instalacji fotowoltaicznej – PV SOL