

## PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

<b>NAZWA PROJEKTU</b>	Instalacja fotowoltaiczna o mocy 22,14 kWp na budynkach przystani żeglarskiej Nadwiślańska
<b>JEDNOSTKA PROJEKTUJĄCA</b>	OZE-BIOMAR S.A. 81-036 Gdynia, ul. Pucka 5 
<b>INWESTOR</b>	Gdański Ośrodek Sportu 80-221 Gdańsk, ul. Traugutta 29 
<b>ADRES REALIZACJI</b>	80-221 Gdańsk-Sobieszewo, Ul. Nadwiślańska 39
<b>DATA OPRACOWANIA</b>	30.08.2023r.
<b>OPRACOWAŁA</b>	Mgr inż. Małgorzata Zienkiewicz
<b>SPRAWDZIŁ</b>	Mgr inż. Bartłomiej Znamkowski

Gdynia 2023

## Spis treści

1.	Część opisowa.....	3
1.1.	Przedmiot opracowania.....	3
1.2.	Podstawa opracowania.....	4
1.3.	Założenia projektowe .....	4
1.4.	Stan istniejący.....	4
1.5.	Dobór urządzeń .....	5
1.5.1.	Moduły fotowoltaiczne.....	5
1.5.2.	Konstrukcja wsporcza .....	6
1.5.3.	Falownik.....	7
1.5.4.	Moc instalacji elektrycznej .....	8
1.5.5.	Charakterystyka instalacji elektrycznej.....	9
1.5.6.	Okablowanie instalacji po stronie DC.....	9
1.5.7.	Okablowanie instalacji po stronie AC .....	9
1.5.8.	Zabezpieczenia w instalacji fotowoltaicznej.....	12
1.5.9.1.	Instalacja uziemiająca .....	12
1.5.9.2.	Ochrona przeciwporażeniowa .....	12
1.5.9.3.	Ochrona przeciwprzepięciowa i przetężeniowa .....	13
1.5.9.4.	Ochrona przeciwpożarowa .....	14
1.6.	Analiza efektywności projektowanej instalacji .....	15
1.7.	Kompensacja mocy biernej .....	15
1.8.	Uwagi końcowe .....	15



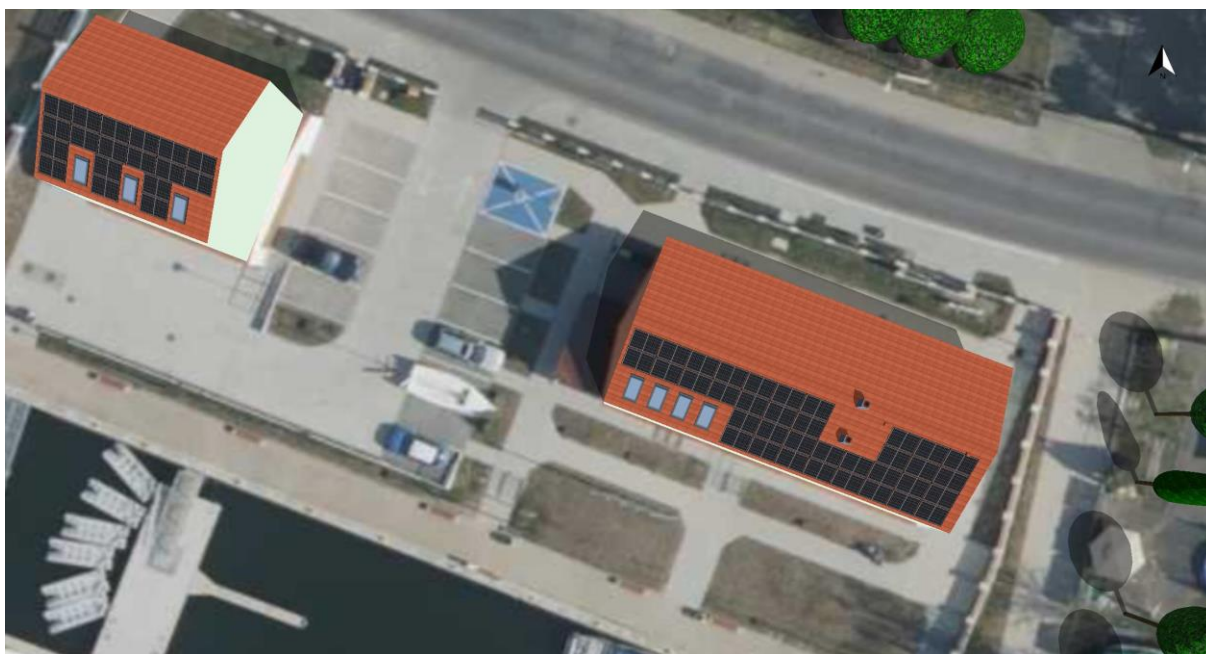
## 1.2. Podstawa opracowania

Niniejsze założenia techniczne zostały opracowane na podstawie:

- Umowy z Inwestorem,
- Wytycznych Inwestora,
- Obowiązujących norm, przepisów prawnych, zarządzeń oraz kart katalogowych i wytycznych producentów

## 1.3. Założenia projektowe

Zgodnie z wytycznymi inwestora projektuje się instalację fotowoltaiczną, składającą się z 54 szt. modułów fotowoltaicznych o mocy 410 Wp każdy. Instalacja PV będzie usytuowana na dwóch budynkach – na pierwszym z nich projektuje się 36 szt. modułów fotowoltaicznych, o łącznej mocy 14,76 kWp, na drugim 18 szt. modułów, o łącznej mocy 7,38 kWp. Łączna moc instalacji fotowoltaicznej wyniesie 22,14 kWp. Do uzyskania odpowiedniej charakterystyki wyjściowej, do instalacji dobrano dwa falowniki trójfazowe.



Rys. 1.2. Koncepcja ułożenia modułów

## 1.4. Stan istniejący

Inwestycje planuje się na budynkach posadowionych na działce o identyfikatorze: 226101\_1.0140.12/6.

Działka zlokalizowana jest w Gdańsku, od strony północnej i wschodniej graniczą z drogami publicznymi, od strony południowej z przystanią żeglarską na rzece, zaś od zachodu z budynkami mieszkalnymi.

Dodatkowo teren inwestycji od przystani żeglarskiej odgradza parking, pas zieleni izolacyjnej o szerokości ok. 5 m oraz chodnik.

Na obszarze opracowania nie występują znaczne spadki terenu. Średnia wysokość względem morza to ok. 2,5 m. Część obiektów budowlanych, ze względu na swój charakter posiada lokalne obniżenia, lub podwyższenia wokół.

## 1.5. Dobór urządzeń

### 1.5.1. Moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne to urządzenia produkujące energię elektryczną na drodze konwersji promieniowania słonecznego, wykorzystując zjawisko efektu fotowoltaicznego. Do instalacji dobrano monokrystaliczne moduły fotowoltaiczne o mocy znamionowej 410Wp, wykonanych w technologii Half-cut, PERC.

Moduły zostaną zamontowane na dachach budynków, na konstrukcji dedykowanej do danego poszycia dachowego, równolegle do połąci dachu.

W poniższych tabelach zestawiono najważniejsze parametry modułu fotowoltaicznego:

Tabela 1.1. Charakterystyczne parametry modułu

<b>Parametr [jednostka]</b>	<b>Wartość</b>
<b>Wymiary modułu – dł. x szer. x wys. [mm]</b>	1732 x 1134 x 35
<b>Waga [kg]</b>	21
<b>Współczynnik temperaturowy <math>P_{max}</math> [%/°C]</b>	-0,35
<b>Współczynnik temperaturowy <math>V_{oc}</math> [%/°C]</b>	-0,27
<b>Współczynnik temperaturowy <math>I_{sc}</math> [%/°C]</b>	+0,05
<b>Maksymalne obciążenie [Pa]</b>	5400

Tabela 1.2. Parametry elektryczne modułu

<b>Parametr [jednostka]</b>	<b>Wartość</b>
<b>Moc znamionowa <math>P_{mp}</math> [W]</b>	410
<b>Napięcie obwodu otwartego <math>V_{oc}</math> [V]</b>	37,68
<b>Prąd zwarciový <math>I_{sc}</math> [A]</b>	13,59
<b>Napięcie w punkcie mocy maksymalnej <math>V_{mp}</math> [V]</b>	31,84
<b>Natężenie prądu w punkcie mocy maksymalnej <math>I_{mp}</math> [A]</b>	12,88
<b>Sprawność modułu [%]</b>	20,87
<b>Tolerancja mocy [W]</b>	0 ÷ +5

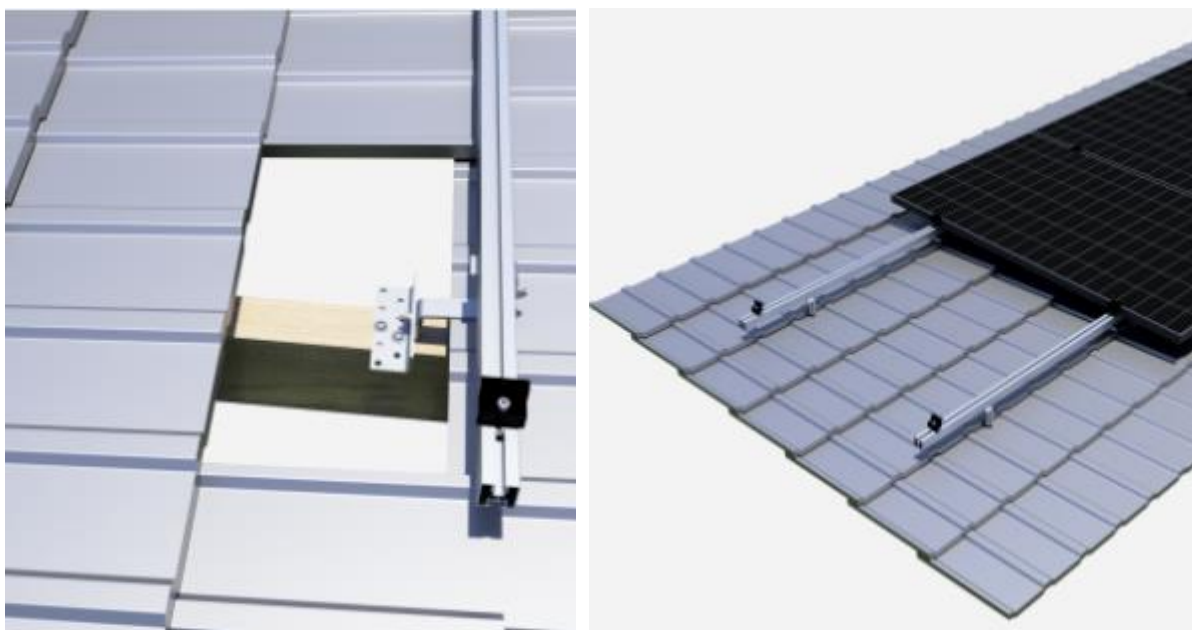
<b>Maksymalne napięcie systemu [ V]</b>	1500
<b>Maksymalny prąd nominalny dla połączenia szeregowego [A]</b>	25
<b>Temperatura pracy [°C]</b>	-40 ÷ +85

Uwagi:

1. W opinii projektanta dobór paneli typu 410 Wp wynika bezpośrednio z konstrukcji dachu (wymiary, spadek, przeszkody typu: przewody kominowe, okna dachowe).
2. Po uzyskaniu zgody inwestora dopuszcza się zmianę typu modułów fotowoltaicznych pod warunkiem uzyskania sumarycznej mocy nie mniejszej niż projektowana oraz o nie gorszych parametrach. Zmianę taką powinien zaopiniować specjalista z branży instalacji OZE.
3. W Przypadku zmiany paneli PV należy ponownie dokonać podziału obwodów na stringi oraz sprawdzić prawidłowość doboru falownika.

### 1.5.2. Konstrukcja wsporcza

Przewiduje się wykorzystanie dedykowanej konstrukcji wsporczej przeznaczonej do mocowania modułów na dachu skośnym, pokrytym dachówką. Moduły fotowoltaiczne zostaną zmontowane równoległe do połaci dachu. Konstrukcję wsporczą stanowią będą uchwyty podwójnie regulowane wykonane ze stali nierdzewnej oraz aluminium, mocowane do krokwi. Moduły fotowoltaiczne będą mocowane za pomocą połączeń śrubowych (klemy końcowe KK i klemy środkowe KS) do profili aluminiowych.



Rys. 1.3. Konstrukcja fotowoltaiczna dla dachów skośnych, pokrytych dachówką.



### 1.5.3. Falownik

Inwerter fotowoltaiczny jest urządzeniem służącym do konwersji energii elektrycznej wytworzonej z paneli fotowoltaicznych w postaci prądu stałego (DC) na prąd przemienny (AC) o odpowiednich wartościach napięcia i częstotliwości dla danej sieci.

Do uzyskania odpowiedniej charakterystyki wyjściowej do instalacji dobrano dwa falowniki trójfazowe, o mocach znamionowych: 15 kW oraz 6 kW. Inwertery pozwalają na monitorowanie produkcji energii elektrycznej, w poszczególnych dniach, jak i sumarycznej produkcji energii elektrycznej. Inwerter posiada system nadzorujący, dzięki czemu ma możliwość diagnostyki błędów stringów PV. Zaprojektowane falowniki posiadają funkcję ochrony przed pracą wyspową, odwrotną polaryzacją DC, prądem upływu.

Inwerter zostanie zamontowany wewnątrz budynku, zgodnie z wytycznymi producenta. Zaprojektowane inwertery posiadają 2 MPPT (połączenia zgodnie ze schematem elektrycznym, który stanowi załącznik nr 2 do niniejszego opracowania).

Inwertery są wyposażone w moduł komunikacyjny, który pozwala na przesyłanie danych pracy falownika w czasie rzeczywistym. Dane mogą być przesyłane bezpośrednio na komputer lokalny lub serwer – co pozwala na zdalne sprawdzenie stanu pracy urządzenia oraz sprawdzanie historii produkcji energii elektrycznej z każdego urządzenia posiadającego dostęp do Internetu.

Falowniki muszą znajdować się w wykazie urządzeń, dla których została potwierdzona zgodność z wymogami:

- Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiającego kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci (kodeks NC RfG), w procesie przyłączania modułów wytwarzania energii do sieci elektroenergetycznej
- „Wymogi ogólnego stosowania wynikające z Rozporządzenia Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiającego kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci (NC RfG)”

tj. posiadać ważny certyfikat NC RfG, zgodnie z wymogami OSD (wykaz urządzeń dostępny na stronie PTPiREE)

W poniższej tabeli zestawiono najważniejsze parametry projektowanych falowników.

Tabela 1.3. Parametry falownika po stronie wejścia (DC)

<b>Parametr [jednostka]</b>	<b>Falownik o mocy 6 kW</b>	<b>Falownik o mocy 15 kW</b>
<b>Moc maksymalna DC [W]</b>	9000	22500
<b>Maks. Napięcie wejściowe [V]</b>	1100	1100
<b>Znamionowe napięcie wejściowe [V]</b>	650	650
<b>Maks. Prąd wejściowy [A]</b>	13,5 / MPPT	26 / MPPT
<b>Maks. sprawność falownika [%]</b>	98,6	98,6
<b>Maks. sprawność europejska [%]</b>	97,7	98,2
<b>Zużycie energii nocą [W]</b>	<2,5	<5,5

Tabela 1.4. Parametry falowników po stronie wyjścia (AC)

<b>Parametr [jednostka]</b>	<b>Falownik o mocy 6 kW</b>	<b>Falownik o mocy 16 kW</b>
Moc znamionowa prądu zmiennego [W]	6000	15000
Moc maksymalna AC [W]	6600	16500
Napięcie wyjściowe AC [V]	400/230	400/230
Częstotliwość AC [Hz]	50/60 ± 5	50/60 ± 5
Maks. ciągły prąd wyjściowy na fazę [A]	10	23,9

Uwagi:

1. Dopuszcza się zastosowanie falownika o innej charakterystyce po uzgodnieniu tego faktu ze Zleceniodawcą.
2. Dopuszcza się możliwość zmiany lokalizacji falownika na inne miejsce wskazane przez inwestora na etapie realizacji projektu.

**1.5.4. Moc instalacji elektrycznej**

Moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej DC obliczono w oparciu o dane modułu fotowoltaicznego, zgodnie z równaniem:

$$P_{PV} = L_M \cdot P_{STCPV}$$



gdzie:

$P_{PV}$  – moc instalacji fotowoltaicznej [Wp],

$L_M$  – liczba modułów fotowoltaicznych w instalacji [szt.],  $L_M = 54$  szt.

$P_{STCPV}$  – moc jednostkowa modułu fotowoltaicznego [Wp],  $P_{STCPV} = 410$  W

Moc DC instalacji elektrycznej wynosi 22,14 kWp.

#### **1.5.5. Charakterystyka instalacji elektrycznej**

Instalacja elektryczna, zawierająca okablowanie i osprzęt elektryczny zapewniający bezpieczeństwo obsługi elektrowni będzie podzielona na dwie główne sekcje – sekcja prądu stałego i sekcja prądu przemiennego, odgraniczone falownikiem.

Sekcja prądu stałego została zaprojektowana w oparciu o kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, odporne na działanie warunków atmosferycznych i promieniowania UV oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami – ogranicznikami przepięć prądu stałego (DC)

Sekcja prądu przemiennego została zaprojektowana zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. W tej sekcji zaprojektowano kable energetyczne oraz rozdzielnice z zabezpieczeniami nadmiarowo-prądowymi oraz ogranicznikami przepięć prądu stałego (AC).

#### **1.5.6. Okablowanie instalacji po stronie DC**

Połączenia pomiędzy poszczególnymi modułami w szeregu zostaną wykonane za pomocą kabla DC dołączonego do puszki przyłączeniowej każdego modułu PV. Połączenia pomiędzy skrajnymi końcami łańcuchów a falownikiem zostanie wykonane za pomocą kabla solarnego odpornego na promieniowanie UV o przekroju 4 mm<sup>2</sup>.

Zakończenie przewodów zostanie wykonane na pomocą konektorów solarnych MC-4 tego samego typu i producenta.

Szczegółowe dane techniczne kabli solarnych znajdują się w karcie katalogowej – załącznik nr 3.

#### **1.5.7. Okablowanie instalacji po stronie AC**

Do budowy instalacji elektrycznej zaprojektowano:

- kable elektroenergetyczne YDY z izolacją na 1000V.

Założono, że okablowanie zmiennoprądowe (AC) zasilające inwerter zostanie wykonane kablami YDY, zaleca się stosowanie kabli o napięciu znamionowym 0,6/1 kV w izolacji z PVC –

w wydzielonych szachtach. Okablowanie zostało dobrane tak, aby straty na kablach nie przekraczały 3% do złącza.

Przekrój przewodu dobrano na podstawie równania:

$$A [mm^2] = \frac{P \cdot l}{U_n^2 \cdot k \cdot 0,01}$$

gdzie:

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

P – moc czynna obwodu [W], P<sub>falownik 1</sub> = 6000 W, P<sub>Falownik 2</sub> = 15000 W

l – sumaryczna długość linii (od falownika do miejsca przyłączenia) [m], l = 25 m,

U<sub>n</sub> – napięcie międzyfazowe [V], U<sub>n</sub> = 400 V

k – przewodność właściwa dla miedzi [m/om · mm<sup>2</sup>], k = 48-54 m/om · mm<sup>2</sup>, przyjęto 54 m/om · mm<sup>2</sup>

Falownik 1: Obliczono przekrój przewodu A = 1,73 mm<sup>2</sup> ≈ 4 mm<sup>2</sup>

Falownik 2: Obliczono przekrój przewodu A = 4,34 mm<sup>2</sup> ≈ 10 mm<sup>2</sup>

Ze względu na kryterium obciążalności prądowej:

$$I_{max}[A] = \frac{P}{U_f \cdot \sqrt{3}}$$

gdzie:

I<sub>max</sub> – prąd maksymalny w obwodzie [A],

P – moc maksymalna obwodu [W], P<sub>falownik 1</sub> = 6000 W, P<sub>Falownik 2</sub> = 15000 W

U<sub>f</sub> – napięcie międzyfazowe [V], U<sub>f</sub> = 400 V,

Falownik 1: Obliczono maksymalny prąd w obwodzie I<sub>max</sub> = 8,66 A

Falownik 2: Obliczono maksymalny prąd w obwodzie I<sub>max</sub> = 21,65 A

Oznaczenia	A1				A2				B1				B2				C			
Miejsce i sposób ułożenia przewodów	w rurkach i kanałach (listwach) instalacyjnych pod tynkiem								w rurkach i kanałach (listwach) instalacyjnych na ścianie								na ścianie			
	Przewody jednożyłowe				Przewody wielożyłowe				Przewody jednożyłowe				Przewody wielożyłowe				Przewody i kable wielożyłowe			
Liczba przewodów obciążonych	2		3		2		3		2		3		2		3		2		3	
Przekrój mm <sup>2</sup>	<i>I</i> <sub>dd</sub>	<i>I</i> <sub>b</sub>	<i>I</i> <sub>dd</sub>	<i>I</i> <sub>b</sub>	<i>I</i> <sub>dd</sub>	<i>I</i> <sub>b</sub>	<i>I</i> <sub>dd</sub>	<i>I</i> <sub>b</sub>	<i>I</i> <sub>dd</sub>	<i>I</i> <sub>b</sub>	<i>I</i> <sub>dd</sub>	<i>I</i> <sub>b</sub>	<i>I</i> <sub>dd</sub>	<i>I</i> <sub>b</sub>	<i>I</i> <sub>dd</sub>	<i>I</i> <sub>b</sub>	<i>I</i> <sub>dd</sub>	<i>I</i> <sub>b</sub>	<i>I</i> <sub>dd</sub>	<i>I</i> <sub>b</sub>
1,5	16,5	16	14,5	13	18,5	16	14	13	18,5	16	16,5	16	17,5	16	16	16	21	20	18,5	16
2,5	21	20	19	16	19,5	16	18,5	16	25	25	22	20	24	20	21	20	29	25	25	25
4	28	25	25	25	27	25	24	20	34	32	30	25	32	32	29	25	38	35	34	32
6	36	35	33	32	34	32	31	25	43	49	38	35	40	35	36	35	49	40	43	40
10	49	40	45	40	48	40	41	40	60	50	53	50	55	50	49	40	67	63	60	50
16	65	63	59	50	60	50	55	50	81	80	72	63	73	63	66	63	90	80	81	80
25	85	80	77	63	80	80	72	63	107	100	94	80	95	80	85	80	119	100	102	100
35	105	100	94	80	98	80	88	80	133	125	117	100	118	100	105	100	148	125	126	125
50	128	125	114	100	117	100	105	100	160	160	142	125	141	125	125	125	178	160	153	125
70	160	160	144	125	147	125	133	125	204	200	181	160	178	160	158	125	228	200	195	160
95	183	160	174	160	177	160	159	125	245	200	219	200	213	200	190	160	273	250	238	200
120	223	200	199	160	204	200	182	180	285	200	253	250	248	200	218	200	317	315	275	250
150	254	250	229	200	232	200	208	200	-	-	-	-	-	-	-	-	365	315	317	315
185	288	250	260	250	263	250	236	200	-	-	-	-	-	-	-	-	418	400	361	315
240	339	315	303	250	308	250	277	250	-	-	-	-	-	-	-	-	489	400	427	400
300	389	315	348	315	354	315	316	315	-	-	-	-	-	-	-	-	562	500	492	400
Oznaczenia: <i>I</i> <sub>dd</sub> - obciążalność przewodów <i>I</i> <sub>b</sub> - prąd znamionowy zabezpieczeń przetężeniowych																				

Rys. 1.3. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów o żyłach miedzianych ułożonych w różny sposób

Dla falownika o mocy 6 kW dobrano przewód YDY 5x4 mm<sup>2</sup>.

Dla falownika o mocy 15 kW dobrano przewód YDY 5x10 mm<sup>2</sup>.

Spadek napięcia obliczono według:

$$\Delta U [\%] = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot \cos\varphi \cdot 100\%}{k \cdot A \cdot U}$$

gdzie:

*I* – prąd znamionowy [A], *I*<sub>FALOWNIK1</sub> = 8,66 A, *I*<sub>FALOWNIK2</sub> = 21,65 A,

*l* – długość kabla AC [m], *l* = 25 m

*cosφ* – współczynnik przesunięcia fazowego, *cosφ* = 1

*k* - przewodność właściwa dla miedzi [m/om · mm<sup>2</sup>], *k* = 48-54 m/om · mm<sup>2</sup>,  
przyjęto 54 m/om · mm<sup>2</sup>,

*A* – przekrój kabla [mm<sup>2</sup>], *A* = 4 mm<sup>2</sup> (dla falownika 6 kW), *A* = 10 mm<sup>2</sup> (dla falownika 15 kW)

U – napięcie znamionowe [V],  $U = 400V$

Obliczono spadek napięcia po stronie AC dla falownika 6 kW – 0,43 % oraz dla falownika 15 kW – 0,29 %

#### **1.5.8. Zabezpieczenia w instalacji fotowoltaicznej**

Wielkość zaprojektowanych zabezpieczeń elektrycznych dobrano do zaproponowanej mocy instalacji PV (22,14 kWp), a ta bezpośrednio wynika z możliwości konstrukcyjnych dachu i wielkości paneli tak, aby najbardziej efektywnie wykorzystać dostępną powierzchnię połaci dachowej.

Moc przyłączeniowa dla obiektu wynosi 50 kW.

##### **1.5.9.1. Instalacja uziemiająca**

Jako uziemienie należy wykorzystać przewód o przekroju 16 mm<sup>2</sup>. Rezystancja uziomu powinna wynosić  $R < 10 \Omega$ .

Ochronę urządzeń elektrycznych i elektronicznych przed skutkami przepięć spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami łączeniowymi zaprojektowano jako dwustopniową w oparciu o ograniczniki przepięć oraz skutecznie uziemione połączenia wyrównawcze.

Konstrukcję wsporczą modułów PV należy ze sobą połączyć. Połączenie wyrównawcze należy wykonać przewodem 16 mm<sup>2</sup> i połączyć z uziomem.

Uziemieniu ochronnemu podlegają metalowe części, normalnie nieprzewodzące prądu, lecz mogące stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na tych elementach napięcia.

W szczególności należy uziemić:

- konstrukcję rozdzielnic i szaf,
- konstrukcje wsporcze, np. modułów,
- ramy modułów fotowoltaicznych poprzez konstrukcje wsporcze,
- obudowy inwerterów.

Podstawowym systemem ochrony przed przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi będą ochronniki przepięciowe, które przewidziano do zainstalowania w RAC.

##### **1.5.9.2. Ochrona przeciwporażeniowa**

Ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym powinna być zapewniona przez:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolację roboczą (izolowanie części czynnych),
- uziemienie ochronne (wykonanie wspólnego uziomu dla urządzeń oraz części przewodzących dostępnych (0,4V),
- szybkie samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym,
- stosowanie ochrony uzupełniającej.

### **1.5.9.3. Ochrona przeciwprzepięciowa i przetężeniowa**

Należy zastosować skoordynowaną ochronę przeciwprzepięciową. Planuje się instalację ograniczników przepięć typu I+II po stronie stałoprądowej oraz ograniczników przepięć typu II po stronie zmiennoprądowej w rozdzielnicach RDC i RAC.

#### **Dobór ograniczników przepięć po stronie DC**

Z uwagi na obecność instalacji odgromowej na budynku, po stronie stałoprądowej dobrano ograniczniki przepięć typu I+II

#### **Dobór wyłączników nadprądowych po stronie DC**

$$I_Z \geq 1,25 \cdot I_{STC}$$

gdzie:

$I_Z$  – dopuszczalny maksymalny prąd wsteczny [A],  $I_Z = 20$  A

$I_{SCSTC}$  – prąd zwarcia [A],  $I_{SCSTC} = 16,98$  A

$$20 \geq 16,98$$

Z uwagi na powyższą zależność nie stosuje się zabezpieczenia nadprądowego po stronie DC.

#### **Dobór ograniczników przepięć po stronie AC**

Z uwagi na obecność instalacji odgromowej na budynku, po stronie stałoprądowej dobrano ograniczniki przepięć typu I+II

#### **Dobór wyłączników nadmiarowo-prądowych po stronie AC**

W celu zabezpieczenia instalacji przed przeciążeniami i zwarciami do instalacji po stronie zmiennoprądowej zaprojektowano wyłącznik nadmiarowo-prądowy.

Dobrano wyłączniki nadprądowe:

Falownik 1: Dobrano wyłącznik nadprądowy B16

Falownik 2: Dobrano wyłącznik nadprądowy B32

Wyłączniki nadprądowe dobrano na podstawie spełnienia warunków:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

gdzie:

$I_B$  – prąd obliczeniowy w obwodzie elektrycznym [A],

$I_Z$  – obciążalność prądowa długotrwała przewodu [A],

$I_n$  – prąd znamionowy urządzeń zabezpieczających [A],

$I_2$  – prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających – należy określić jako krotność  $I_n$  wyłącznika lub bezpiecznika według zależności:

$$I_2 = k_2 \cdot I_n$$

gdzie:

$k_2$  – współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie urządzenia zabezpieczającego przyjmowany jako równy:

- 1,6 – 2,1 dla wkładek topikowych,

- 1,45 dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B, C, D

Falownik 1:

$$8,66 \leq 16 \leq 29$$

$$32 \leq 42,05$$

Falownik 2:

$$21,65 \leq 32 \leq 49$$

$$64 \leq 71,05$$

#### **1.5.9.4. Ochrona przeciwpożarowa**

W celu zapewnienia odłączenia instalacji fotowoltaicznej od instalacji odbiorczej obiektu, zaprojektowano automatyczny wyłącznik PPOŻ, zamontowany w jak najkrótszej odległości od instalacji fotowoltaicznej.

Wyłącznik ppoż. pozwala na awaryjne wyłączenie instalacji w skrajnych przypadkach. Urządzenie zostanie wpięte w łańcuchy DC modułów fotowoltaicznych, a po wyzwoleniu jego działania zewrze obwody obniżając napięcie do poziomu bezpiecznego.

Dobrano 2 wyłączniki ppoż. dla 2 łańcuchów.

W miejscu przyłączenia instalacji, przy tablicy licznikowej obiektu zostaną umieszczone naklejki informacyjne. Trasy kablowe DC zostaną oznakowane poprzez umieszczenie naklejek ostrzegających przed wysokim napięciem DC. Po zakończeniu prac montażowych należy zgłosić oddanie instalacji do eksploatacji w jednostce Państwowej Straży Pożarnej.

### **1.6. Analiza efektywności projektowanej instalacji**

W celu sprawdzenia możliwości generowania energii elektrycznej przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną wykonano symulację komputerową w programie PV\*SOL Premium 2023. Symulacja stanowi załącznik do niniejszego opracowania – „Koncepcja instalacji fotowoltaicznej dla przystani Nadwiślańska w Sobieszewie” (załącznik nr1 ).

Wykonana symulacja potwierdza efektywność projektowanych rozwiązań oraz ich pozytywny wpływ na środowisko.

W zależności od panujących warunków atmosferycznych w danym roku, produkcja energii elektrycznej z instalacji PV może różnić się od wartości przedstawionych w koncepcji. Symulacja miała na celu sprawdzenie możliwości projektowanej instalacji.

### **1.7. Kompensacja mocy biernej**

Falowniki pracują z cosinusem bliskim 1 i w normalnych stanach pracy nie generują mocy biernej w nadmiernej ilości. Jedynie podczas uruchamiania i wygaszania produkcji może dochodzić do większej produkcji mocy biernej. Jednak są to stany przejściowe. W związku z tym proponuje się na obecnym etapie uruchomienie instalacji fotowoltaicznej bez montażu układu kompensacji mocy biernej.

### **1.8. Uwagi końcowe**

Wszelkie prace wykonać zgodnie z obowiązującymi aktualnie normami i przepisami. Należy zwrócić szczególną uwagę na bezpieczeństwo przy wykonywaniu wszelkich prac. Prace wykonywać należy pod nadzorem osoby uprawnionej. Po wykonaniu prac montażowych, przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać wymagane przepisami niezbędne pomiary i badania.



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

Po wykonaniu prac montażowych, przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

- stanu izolacji kabli zasilających,
- 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 projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

Zgodnie z Dyrektywą CPR - Rozporządzenie nr 305/2011 (CPR) obejmuje wszystkie wyroby budowlane przeznaczone do trwałego zainstalowania – wliczając w to kable i przewody – w obiektach budowlanych, takich jak: budynki cywilne, budynki użyteczności publicznej, oraz budowle inżynierskie.

Konsekwencją wdrożenia tej dyrektywy jest obowiązek ciążyący na producentach kabli wystawienia deklaracji właściwości użytkowych (z ang. DoP – Declaration of Performance) oraz znakowania wyrobów przeznaczonych do budowl z znakiem CE wg wymagań z wyżej wymienionego rozporządzenia (305/2011).

Do wyrobów budowlanych zakwalifikowano wszystkie kable i przewody, które zostały opracowane pod kątem zamontowania na stałe w budynkach.

Zgodnie z normą SEP „N SEP-E-007:2017-09, Przewody i kable instalowane:

- poza obrębem dróg ewakuacyjnych powinny spełniać wymagania dla Budynku kategorii ZLIII
- Klasa odporności pożarowej kabli i przewodów Dca s2 d1 a3
- w obrębie wyznaczonych dróg ewakuacyjnych powinny spełniać wymagania dla Budynku kategorii ZLIII - Klasa odporności pożarowej kabli i przewodów B2ca s1b d1 a1.

W obu przypadkach wymagane kable bezhalogenowe.

W związku z powyższym w opracowaniu ujęto kable zgodnie z obowiązującymi przepisami w tym zakresie.